COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1860.

PRÉSIDENCE DE M. CHASLES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Réponse de M. **Delaunay** *à l'article inséré par* M. Le Verrier *dans le* Compte rendu *de la dernière séance*, p. 740.

« Lundi dernier, j'ai déclaré que, dans tout ce que M. Le Verrier venait de dire, il n'y avait rien, absolument rien, qui eût trait à la question débattue entre lui et moi. Après avoir lu l'article de six pages qu'il a mis au *Compte rendu*, je persiste dans ma déclaration, à laquelle je n'ai pas la moindre chose à changer. Quelques mots d'explication suffiront pour montrer la parfaite exactitude de ce que j'ai avancé.

» Je commencerai par ramener le débat à ses véritables termes, de la manière suivante :

» Est-il vrai, oui ou non, que les erreurs que j'ai indiquées dans le tome II des *Annales de l'Observatoire* existent bien réellement?

» Est-il vrai, oui ou non, que les nombres qui en sont affectés ont été publiés pour eux-mêmes, à l'usage des astronomes, et que les erreurs signalées sont du même ordre que celles d'une table de logarithmes à six décimales dans laquelle certains logarithmes n'auraient que leurs trois premières décimales exactes?

» Telles sont les questions auxquelles il fallait répondre catégoriquement, au lieu de se perdre dans des digressions sans fin qui n'aboutissent à rien.

» M. Le Verrier a bien senti qu'une réponse affirmative sur chacun de ces deux points suffirait pour établir que je ne pouvais me dispenser de faire connaître les erreurs que j'avais trouvées; aussi s'est-il bien gardé d'en dire un seul mot. En l'absence de toute réponse directe de sa part, voyons comment nous pouvons y suppléer nous-même.

» En ce qui concerne l'existence réelle des erreurs que j'ai indiquées, M. Le Verrier n'avait qu'une chose à faire. Dans ma Note du 12 de ce mois, j'ai donné deux moyens de constater la vérité de ce que j'avançais. Ces deux moyens sont basés, l'un sur la considération des différences premières, secondes et troisièmes des nombres que je trouve entachés d'erreurs, l'autre sur l'emploi d'une formule de vérification entièrement rigoureuse, tirée d'une des formules de la *Mécanique céleste*. Il ne fallait certainement pas plus d'un quart d'heure à M. Le Verrier pour effectuer ces deux vérifications que j'indiquais, ou au moins la seconde, qui est la plus décisive. Qui peut douter que M. Le Verrier ait fait ces calculs si simples pour savoir au juste à quoi s'en tenir? C'est certainement la première chose qu'il a dû faire dès que le *Compte rendu* de la séance du 12 de ce mois lui a été remis. Comment se fait-il qu'il ne nous ait pas parlé du résultat de ces vérifications? S'il lui eût été favorable, il n'aurait pas manqué de venir nous le dire. Il n'en a rien fait : je laisse à mes honorables confrères le soin d'en tirer la conséquence.

» Relativement à la seconde question, ce que j'en ai dit dans ma Note de lundi dernier ne peut guère laisser de doute : le mode de publication adopté par M. Le Verrier, en 1841, pour les nombres dont il venait de refaire le calcul complet, le titre même sous lequel il les a publiés, sont assez significatifs. Voulons-nous quelque chose de plus encore : voyons comment M. Le Verrier en parle dans sa communication à l'Académie du 11 mai 1840. « M'étant trouvé dans la nécessité de déterminer de nouveau une » grande partie des coefficients et de leurs dérivées, pour un travail sur les » inégalités séculaires, je n'ai pas laissé, quoique je n'aie pas en vue en ce » moment les inégalités périodiques, de calculer aussi les coefficients néces- » saires à leur détermination. En cela, je me suis surtout laissé guider par » le désir d'éviter une grande perte de temps *aux astronomes qui pourraient* » *avoir besoin de ces coefficients.* » Peut-on trouver rien de plus explicite que ces paroles? En reproduisant plus tard, avec extension, ses *Tables des quantités* $b_s^{(i)}$ *et de leurs dérivées* dans les *Annales de l'Observatoire*, M. Le Ver-

rier n'en a évidemment pas changé le caractère. Il est donc bien vrai de dire que les nombres qui y sont contenus ont été publiés pour eux-mêmes, indépendamment de toute application particulière que leur auteur a pu en faire; qu'en un mot ces Tables des quantités $b_s^{(i)}$ sont exactement dans les mêmes conditions que les Tables de logarithmes.

» Au lieu de répondre directement aux deux questions que j'ai posées ci-dessus, et qui résumaient si naturellement l'objet de notre débat, qu'a fait M. Le Verrier? Comme il voulait à tout prix établir que c'était à tort que j'avais signalé des erreurs dans les *Annales de l'Observatoire*, il a trouvé tout commode de déplacer la question. Il défend à outrance l'exactitude de ses Tables du Soleil dont je n'ai pas dit un seul mot. Il affecte de s'appesantir sur une fraction de seconde d'une excessive petitesse, qu'il donne comme étant la seule influence possible des corrections que j'ai indiquées. Il a même écrit à M. Hind pour lui demander *s'il s'inquiéterait de réclamations portant sur des quantités qui ne seraient pas la millionième partie de l'incertitude des observations!* Comment M. Le Verrier a-t-il osé présenter la question sous ce point de vue à l'honorable astronome anglais? Comment a-t-il osé parler ici de la Lettre qu'il lui a envoyée et de la réponse qu'il en a reçue, quand il savait bien que, dans cette correspondance, il avait complétement dénaturé la question? M. Hind, dès qu'il sera mis au courant de cette affaire, sera certainement très-peu flatté de la manière dont il y a été mêlé par son imprudent correspondant.

» Qu'il me soit permis en passant de faire quelques remarques au sujet de la manière assez singulière dont M. Le Verrier caractérise l'adoption de ses Tables en Angleterre. Il est bon d'apprécier à leur juste valeur les heureux résultats que l'on obtient; mais il ne faut pas les exalter outre mesure, au détriment de nos devanciers, qui, eux aussi, ont eu leurs mérites. Ils nous ont ouvert la voie, et sans eux nous ne serions peut-être rien. Il y a longtemps que des Tables astronomiques publiées par notre Bureau des Longitudes ont été adoptées, non-seulement par l'Angleterre, mais par le monde entier. Je puis citer les Tables du Soleil de Delambre, qui ont servi partout au calcul des éphémérides depuis le commencement de leur publication, en 1806, jusqu'en 1829; à cette dernière époque, elles ont reçu quelques corrections de Bessel, et ont été employées avec ces corrections jusqu'à ces derniers temps. Je citerai encore les Tables de la Lune de Burckhardt, qui ont été adoptées depuis 1812 jusqu'en 1858; les Tables de Jupiter, Saturne et Uranus de Bouvard, qui ont été adoptées en 1821, et servent encore maintenant partout; enfin les Tables des satellites de Jupiter de Delambre,

qui ont servi de 1817 à 1839, et qui ont été remplacées par celles de Damoiseau, encore employées actuellement. Ce n'est donc pas d'aujourd'hui que ce *libre-échange scientifique*, comme dit M. Le Verrier, est établi entre la France et les pays voisins. Nous pouvons nous féliciter de ce qu'il est entretenu. Mais n'oublions pas que, quoique l'Angleterre soit la terre classique de l'astronomie, quoique le gouvernement anglais fasse de grands et généreux sacrifices pour soutenir, encourager et même provoquer les travaux astronomiques dans le monde entier, il n'est pas entré dans les habitudes de nos voisins d'outre-mer de faire eux-mêmes des Tables astronomiques; en tout temps ils ont adopté des Tables faites, soit en France, soit en Allemagne.

» Un mot encore de la rectification que j'ai dû faire devant l'Académie en décembre dernier, au sujet d'une communication précédente. M. Le Verrier a trouvé bon de revenir une troisième fois sur ce fait pour le rappeler à l'Académie. Nous ne pouvons que lui en adresser nos félicitations. Il était à craindre en effet que l'Académie ne l'eût oublié! Mais ce qu'elle n'oublie pas, j'en suis certain, c'est que si une pareille circonstance se présentait de nouveau, s'il m'arrivait encore de m'apercevoir que j'ai fait une omission importante dans un de mes travaux précédents, je n'hésiterais pas un seul instant à venir le dire franchement et sans délai à mes confrères, comme je l'ai fait il y a onze mois.

» En somme, que nous a appris M. Le Verrier? Que les fautes trouvées par moi dans les *Annales de l'Observatoire* n'ont pas d'influence sensible sur ses Tables du Soleil : rien de plus. Il a eu raison de chercher à apprécier cette influence; c'était son devoir de le faire. Car dès qu'on s'aperçoit qu'il y a des erreurs dans un travail scientifique, la première chose dont on doive se préoccuper, c'est de rechercher si ces erreurs n'ont pas pu rejaillir sur les conséquences qu'on a déjà tirées de ce travail. M. Le Verrier trouve que ses Tables du Soleil n'ont à subir aucune correction par suite des erreurs que j'ai relevées; tant mieux! Mais cela n'établit nullement que ces erreurs ne peuvent pas avoir d'influence dans d'autres circonstances. En ce qui me concerne, voici ce qui m'est arrivé. Dans les premiers jours du mois de mai dernier, au moment où j'ai reconnu l'inexactitude des nombres de M. Le Verrier, j'avais l'espoir de pouvoir présenter incessamment à l'Académie, dans le courant du même mois, le résultat définitif de mes recherches sur les deux inégalités lunaires à longues périodes produites par Vénus. Mais les erreurs dont j'ai reconnu l'existence, et dont la gravité m'était déjà démontrée, sans que je pusse encore en préciser la vraie grandeur, m'ont arrêté complétement. Il m'a paru impossible de partir de ces nom-

bres connus, mais inexacts, pour en déduire ceux qui me manquaient encore, et ensuite calculer à l'aide de tous ces nombres faux la valeur numérique de la seconde des inégalités que je cherchais. J'ai dû suspendre mon travail et attendre que les loisirs des vacances me permissent de refaire complétement le calcul des nombres que j'avais voulu emprunter aux *Annales de l'Observatoire*. Lorsque je suis arrivé à la connaissance des vraies valeurs de ces nombres, j'ai vu en même temps que les erreurs échappées à M. Le Verrier étaient systématiques, puisqu'elles étaient croissantes et alternativement positives et négatives. J'ai reconnu de plus que, en raison de leurs signes, toutes ces erreurs *se seraient ajoutées* dans les coefficients des diverses parties de l'inégalité qui était l'objet de mes recherches; et qu'en même temps leur influence se serait accrue dans un grand rapport, parce que chacun de ces coefficients était la différence de nombres qui se détruisaient en grande partie, par suite de l'identité de quelques-uns des chiffres correspondant aux unités des ordres les plus élevés. En un mot, j'ai acquis la conviction que, comme je l'ai déjà dit, les inexactitudes des nombres de M. Le Verrier auraient pu m'entraîner dans les conséquences les plus fâcheuses sur la valeur de l'inégalité que je cherchais. En présence de tout cela, devais-je me contenter de faire part à l'Académie du résultat de mes recherches sur les inégalités de M. Hansen, sans dire un mot des erreurs que j'avais reconnues dans les *Annales de l'Observatoire*, et cela dans le seul but de ménager l'extrême susceptibilité de M. Le Verrier? Je ne l'ai pas pensé. J'avais failli être conduit à des résultats tout à fait faux par l'emploi des nombres inexacts des *Annales*. M'en étant aperçu à temps, j'ai dû consacrer de longues journées à refaire le calcul de ces nombres erronés. Il m'a semblé que je devais éviter à d'autres le même mécompte, en faisant franchement connaître l'état des choses aux astronomes. En cela je ne me suis laissé guider que par l'intérêt de la vérité, qui doit être le but constant de nos travaux, et dont rien ne doit nous détourner.

» Mais M. Le Verrier ne pense pas comme moi. Il eût voulu que je gardasse un silence complet au sujet des erreurs que j'ai trouvées dans ses nombres. Ce que j'ai dit à l'Académie l'exaspère; il ne m'épargne pas les plus dures leçons; il va même jusqu'à mettre en avant l'honneur national, qu'il ne veut pas laisser amoindrir par des mains françaises! En vérité, ne semblerait-il pas que la gloire de la France est en péril parce que M. Le Verrier a fait quelques fautes de calcul! Certes, si l'honneur national est intéressé en quoi que ce soit dans tout ceci, il est beaucoup moins compromis par la révélation des fautes que j'ai trouvées, que par la manière dont M. le Direc-

teur de l'Observatoire impérial s'y prend pour donner le change à l'opinion publique sur cette question. »

Réponse de **M. Le Verrier.**

« M. Le Verrier regrette que le Membre qui a provoqué cette discussion sans objet ne veuille pas comprendre combien elle pèse à l'Académie et qu'il cherche à la prolonger indéfiniment par une tactique peu convenable. Refusant toute explication en séance, ce qui serait cependant le moyen d'en finir, notre Critique emploie toute la semaine à rassembler de nouvelles objections aussi peu fondées que les précédentes et vient les lire à l'Académie le lundi suivant, renouvelant incessamment le débat. Dans une circonstance récente, n'a-t-il pas déclaré qu'il continuerait indéfiniment. Tout cela répugne profondément, d'autant plus que ce n'est, en définitive, qu'une fausse attaque et que la publicité de l'Académie n'est qu'un moyen d'agir ailleurs.

» Essayons néanmoins, dit M. Le Verrier, essayons une fois encore d'obtenir de M. Delaunay quelque réponse spontanée et propre à terminer la discussion.

» Cet auteur demande qu'on modifie quelques-uns des *derniers nombres* des *derniers coefficients* des *dernières séries* sur lesquelles s'appuie la Théorie de Vénus et de la Terre. Sa plus grosse réclamation porte sur le 13e coefficient de la 407e série, coefficient que nous avons fait égal à 81976 unités. M. Delaunay demande qu'on en retranche 33 unités.

» Nous avons prouvé, dans la dernière séance, qu'une telle modification ne produirait aucun changement dans la théorie. Les 82 *mille unités* dont se compose le nombre lui-même n'ont point d'influence et ne sont données qu'afin qu'on puisse juger que les limites nécessaires à l'exactitude indispensable ont été atteintes. A plus forte raison les 33 unités qu'on veut retrancher du nombre ne peuvent-elles avoir aucun effet. Les *millionièmes* de seconde n'en seraient pas altérés!

» Eh bien! nous demandons à M. Delaunay de déclarer présentement s'il reconnaît que les modifications qu'il réclame ne peuvent rien changer aux théories de Vénus et de la Terre, les seules où ces nombres figureraient. »

. . . .

« M. Delaunay ne nous répond pas, dit M Le Verrier; nous insistons pour avoir de lui une déclaration nette et précise » . . . .

. . . .

« L'Académie vient de l'entendre, reprend M. Le Verrier, M. Delaunay s'est enfin décidé à reconnaître que les changements qu'il réclame ne peuvent avoir aucune influence dans nos théories des planètes. Voilà donc un point éclairci!

» Mais, dit M. Delaunay, dans la nouvelle pièce qu'il a lue aujourd'hui à l'Académie, M. Le Verrier considère les nombres au point de vue de leur utilité, Moi je les considère pour eux-mêmes! Et prétend-on que j'eusse dû taire les changements que je réclamais à ce point de vue abstrait?

» Nullement, répondrons-nous à M. Delaunay : jamais nous ne demanderons qu'on taise la vérité; mais, en admettant même la nécessité des modifications que vous réclamez *et que nous contestons*, ce que nous vous reprochons, c'est de les avoir présentées à l'Académie comme une importante affaire, retranchant des virgules pour grossir les chiffres et laissant soupçonner autant que vous le pouviez qu'il y avait là matière à de grandes difficultés. Que si, après avoir réclamé les modifications de quelques chiffres, 33 unités au plus sur 81976 et dans des nombres qui ne servent pas, vous eussiez simplement ajouté : « *mais ces modifications n'ont aucune influence sur les théories planétaires*, » ainsi que vous le reconnaissez tardivement aujourd'hui, tout ce débat n'aurait pas eu lieu. Nous ne nous serions pas vu forcé d'attirer l'attention de l'Académie sur ce fait tout nouveau que, dans la séance du 12 novembre, vous avez enfin reconnu que l'une des deux inégalités à longues périodes découvertes par M. Hansen dans le mouvement de la Lune, et que vous lui contestiez, était parfaitement juste, et qu'il faut s'attendre qu'avec le temps on arrivera au même résultat relativement à la seconde inégalité lunaire que vous contestez encore.

» Venons, puisqu'il faut tout dire, à un point assez grave. Vous avez assuré à l'Académie que vous avez perdu beaucoup de temps en voulant vous servir des nombres que nous avons donnés, et que sans cela vous lui auriez présenté depuis longtemps vos résultats.

» Nous vous avons déjà fait remarquer que tout le travail relatif à l'inégalité lunaire à longue période que vous avez contesté à M. Hansen, et que vous avez enfin reconnu être juste, est imprimé dans la *Connaissance des Temps;* que cet ouvrage a paru en avril 1860, et que rien ne vous empêchait de l'apporter à l'Académie; qu'ainsi le véritable motif de votre retard ne vient pas des *Annales de l'Observatoire*, mais bien de ce que vous avez différé autant que vous l'avez pu de reconnaître devant l'Académie qu'il fallait enfin donner raison à M. Hansen. Dans votre premier travail, vous n'aviez

eu égard qu'aux termes insensibles, comme vous le faites aujourd'hui avec nous, et vous aviez négligé tous les termes importants.

» Mais allons plus loin aujourd'hui. Nous ne pouvons comprendre comment vous vous y seriez pris pour déduire des nombres que nous avons donnés ceux dont vous aviez besoin. Nous oserons donc vous prier de vouloir bien nous faire connaître ici la marche que vous auriez suivie, afin que nous puissions examiner devant l'Académie si votre plainte avait quelque chose de fondé. ». . . . .

. . . .

« Nous regrettons, reprend M. Le Verrier, que M. Delaunay garde le silence; certes nous ne lui faisons pas une question à laquelle il lui soit difficile de répondre s'il a fait les calculs qu'il prétend. Il doit savoir et être en mesure de dire quelle formule il a employée, et, s'il ne le fait pas immédiatement, il doit comprendre quelles présomptions il autorisera. »

. . . .

« Ainsi, reprend M. Le Verrier, M. Delaunay se tient obstinément sur la réserve et ne peut dire la route qu'il aurait suivie. Son silence témoigne éloquemment de son embarras.

» Du moins, lorsqu'on réclame pour les nombres en eux-mêmes et indépendamment de leur utilité, devrait-on s'astreindre à ne donner que des nombres rigoureusement exacts. Or, ayant fait vérifier et ayant vérifié nous-même, par un calcul direct, l'un des nombres donnés par l'auteur, savoir le coefficient $b_{\frac{5}{2}}^{20}$, nous avons, sans en être surpris, reconnu que ce nombre est en erreur d'une quantité de même ordre que celles qu'il nous reproche, mais *à tort*.

» M. Le Verrier explique de nouveau à l'Académie quelle est la marche qu'il a suivie pour déterminer les coefficients qui lui ont servi dans la Théorie de la Terre et de Vénus.

» Dans la *Mécanique céleste*, Laplace a, comme on sait, déduit tous les coefficients de deux d'entre eux. Il n'en résultait pas une exactitude suffisante : et les théories qu'on avait en vue se seraient trouvées entachées d'erreurs.

» Nous avons donc pensé, dit M. Le Verrier, qu'il était nécessaire de multiplier le nombre des coefficients primitifs, destinés à servir de base à la détermination des autres. Et, en conséquence, nous avons donné,

Additions au IIe *volume des Annales*, pages 5 à 10, les séries nécessaires pour calculer directement et indépendamment les uns des autres, non plus *deux*, mais bien *cinquante-deux* coefficients.

» Ces *cinquante-deux* coefficients se trouvant ainsi obtenus avec toute la précision possible, nous avons repris la marche de la *Mécanique céleste*, bien certain qu'elle nous donnerait alors assez d'exactitude dans les nombres secondaires dont nous avions besoin. Et cette exactitude nous l'avons atteinte et bien au delà. Notre Critique a été réduit à le proclamer aujourd'hui.

» Puisqu'il n'y a point d'erreur dans la marche suivie et que nous l'avons au contraire considérablement perfectionnée, puisque les nombres secondaires ont été bien déduits de ceux qui leur ont servi de base, que pourrait demander notre Critique? Tout au plus qu'on eût retranché quelques chiffres à la droite des nombres secondaires. Or cela même nous ne pouvons le lui accorder.

» L'Académie a été certainement frappée de ce fait que les effets des changements réclamés par M. Delaunay se détruisent les uns les autres dans le calcul des perturbations, et nous avons exposé, ce que M. Delaunay n'avait pas compris, que cela tenait à ce que les nombres *secondaires* correspondent exactement aux nombres *primitifs*.

» Lorsqu'une fonction, avons-nous dit, a été définie par un certain nombre des coefficients de son développement, et qu'on veut la faire entrer dans les calculs, en partant de cette base, deux routes sont à suivre. Ou bien on exprime les résultats définitifs auxquels on veut arriver, en fonctions de la suite des coefficients qu'on a adoptés pour base; ou bien on les représente par des fonctions de nombres secondaires qui sont eux-mêmes composés avec les nombres primitifs. Dans ce second cas, il importe d'exécuter toutes les déterminations numériques intermédiaires, comme si les nombres primitifs étaient rigoureusenent exacts, encore bien qu'ils soient en erreur chacun d'une demi-unité du dernier ordre décimal conservé; car on arrive par là aux mêmes résultats définitifs que si on les eût formés au moyen des bases primitives elles-mêmes. C'est cette marche dont l'auteur des objections n'a pas compris le sens. En retranchant plusieurs décimales sur la droite des nombres secondaires, les nombres ne se seraient plus trouvés entre eux dans les rapports qui correspondent à l'exactitude des nombres qui ont servi de base et de point de départ; et l'approximation des résultats obtenus eût été en définitive moins grande. Les changements qu'on eût pu proposer à ces nombres, *ainsi mutilés*, ne se seraient plus alors dé-

truits les uns les autres dans les résultats, comme on a vu que cela avait lieu. »

Après la réplique de M. Le Verrier, **M. Delaunay** prend de nouveau la parole et dit :

« Je ferai remarquer à l'Académie que M. Le Verrier persiste dans le même système que lundi dernier. Il affecte toujours de ne parler que de ses Tables du Soleil, et continue ainsi à discuter ce qui n'est pas en question. Je répète que, dans mes recherches sur le mouvement de la Lune, j'ai eu à me servir de certains nombres *publiés par M. Le Verrier pour l'usage des astronomes qui pourraient en avoir besoin ;* que j'ai trouvé ces nombres inexacts, à tel point qu'il m'a paru impossible de m'en servir ; que j'ai dû consacrer un temps considérable à les calculer de nouveau ; qu'enfin il m'a semblé que je devais faire connaître toutes ces circonstances, afin d'éviter à d'autres les mécomptes qui pourraient résulter pour eux de l'existence de ces fautes dans les nombres de M. Le Verrier.

» Entre autres choses, M. Le Verrier a voulu établir que, contrairement à ce que j'ai dit devant l'Académie, il ne m'était pas possible de partir des nombres qu'il a publiés dans ses *Annales* pour en déduire ceux qu'il n'y a pas donnés et qui m'étaient nécessaires. Il a parlé d'une *lacune* entre ses nombres et ceux que je voulais en tirer, de l'absence de tout moyen pour passer des uns aux autres, etc. Je réponds à cela en disant que je maintiens tout ce qui est contenu dans mes Notes, et qu'il n'y a rien qui ne soit l'expression de *la plus exacte vérité.* »

Réplique de **M. Le Verrier** à M. Delaunay.

« M. Delaunay, se décidant enfin à une courte discussion, s'est borné en séance à articuler :

» 1°. Qu'il avait été de son devoir de faire ce qu'il avait fait ;

» 2°. Que nous ne lui avions pas encore répondu un seul mot sur la question des nombres en litige.

» Sur le premier point, dit M. Le Verrier, nous n'admettons pas que M. Delaunay ait accompli un devoir en s'efforçant par toutes sortes d'artifices, tels que la suppression des décimales et autres, de faire croire à l'importance d'une réclamation dont lui-même aujourd'hui a reconnu la futilité.

» Sur le second point, chacun sera sans aucun doute stupéfait de voir M. Delaunay oser soutenir devant l'Académie elle-même que nous ne lui avons rien répondu sur la question des nombres, lorsque nous n'avons fait autre chose lundi et dans la séance de ce jour même; lorsque nous lui avons montré que ses réclamations ne portent que sur des quantités insensibles et que de plus leurs effets se détruisent les uns des autres par suite du mode de déduction que nous avons suivi, et dont nous avons complétement exposé la marche.

» Nous n'avons, il est vrai, aucun moyen d'empêcher M. Delaunay de dire que nous ne lui avons pas répondu. L'Académie jugera ce qu'on doit penser de tant de courage. »

ASTRONOMIE. — *Théorie et Tables du mouvement de Vénus; par* **M. Le Verrier.** (Extrait.)

« Mes recherches antérieures ont montré que le mouvement de la Terre est conforme à la théorie, basée sur l'action du Soleil et des planètes connues, tandis qu'il n'en est pas ainsi pour Mercure.

» Il devenait donc important d'étudier la planète intermédiaire, Vénus. D'autant plus que l'auteur des Tables en usage, de Lindenau, avait été conduit à attribuer aux variations séculaires des éléments de Vénus des valeurs en contradiction avec la théorie; et qu'il avait cru qu'on ne parviendrait pas à éviter cette anomalie.

» D'ailleurs, dans les conjonctions inférieures de la planète, les variations de son mouvement se trouvent amplifiées; on peut les mesurer avec plus d'exactitude, et par là remonter avec plus de sécurité aux causes dont elles dépendent. Outre les valeurs des éléments de l'orbite qu'on tirera des observations, on pourra, si elles sont assez nombreuses et assez précises, se proposer d'en déduire plusieurs des données qui entrent dans les réductions, et notamment la masse de Mercure.

» L'ouvrage est divisé en cinq sections, que nous allons rapidement passer en revue.

Première section.

» La première section est consacrée aux perturbations que Vénus éprouve de la part de Mercure, la Terre, Mars, Jupiter, etc....

» Tous les termes qui s'élèvent à un demi-centième de seconde sont scrupuleusement déterminés.

» L'inégalité à longue période, dépendant de 13 *fois le moyen mouvement de la Terre* moins 78 *fois le moyen mouvement de Vénus* et dont la découverte est due à M. Airy, a été déterminée de nouveau, en poussant l'approximation jusqu'aux termes qui sont du septième ordre par rapport aux excentricités et aux inclinaisons.

» Parmi les termes dépendant de la seconde puissance de la force perturbatrice, celui dont l'argument est égal *à 4 fois le moyen mouvement de Mars*, plus 3 *fois le moyen mouvement de Vénus*, moins 7 *fois le moyen mouvement de la Terre*, est sensible, comme dans la théorie du mouvement de la Terre. Il a été déterminé avec soin.

» En consultant les formules des inégalités séculaires de Vénus, on voit que l'action de Mercure, en supposant sa masse égale à $\frac{1}{3\,000\,000}$ de la masse du Soleil, s'élève aux deux tiers de l'action de la Terre, et est très-notable: d'où il résulte que des observations exactes de Vénus, faites pendant un siècle, doivent conduire à une détermination sérieuse de la masse aujourd'hui si imparfaitement connue de la planète Mercure.

Deuxième section.

» Dans cette section sont établies toutes les formules dont on a besoin dans la théorie de Vénus.

Troisième section.

» Nous avons réuni dans la troisième section toutes les observations de Vénus dont nous aurons à tirer parti. Il a été nécessaire de recourir aux plus anciennes observations exactes qu'on possède, non-seulement en vue de déterminer le moyen mouvement de la planète, mais en outre parce que c'est presque la seule voie pour arriver à la connaissance des valeurs des masses troublantes. L'action périodique de la Terre sur le mouvement de Vénus est sans doute considérable; mais les termes les plus forts de cette action dépendant des différences des longitudes moyennes des deux planètes, ils disparaissent à très-peu près vers les conjonctions inférieures, c'est-à-dire aux époques où les observations deviennent plus précises. De là la nécessité de recourir surtout aux termes séculaires, dont l'effet grandit avec le temps.

» Les observations faites dans l'antiquité ne peuvent être d'aucun usage. Mais on dispose 1° d'une suite d'observations méridiennes faites depuis Bradley jusqu'à nos jours; 2° des observations du passage de Vénus

sur le Soleil en 1761 et 1769 et jusqu'à un certain point en 1639; 3° enfin d'une très-curieuse observation d'une occultation de Mercure par Vénus, constatée à Greenwich en l'an 1737, observation que quelques circonstances rendent très-précieuse. Nous ne connaissons point d'ailleurs d'autre exemple d'une occultation d'une planète par une autre.

» Les observations méridiennes faites à Greenwich sous Bradley, Maskeline et Pond, ont été réduites par M. Airy dans son grand ouvrage in-folio : *Reduction of the Greenwich observations of planets from* 1750 *to* 1830. Nous avons largement usé de ce recueil, dans lequel les observations sont comparées aux Tables en usage.

» Depuis la publication de l'ouvrage de M. Airy, les positions des étoiles dont cet astronome a fait usage ont reçu quelques modifications. Nous avons repris nous-même le travail que Bessel avait donné sur la Lunette méridienne de Bradley et nous ne sommes pas toujours arrivé au même résultat que lui. Mais peu importe : M. Airy ayant eu le soin de publier les positions des étoiles employées dans la réduction de chacune des observations planétaires, il nous a été facile d'introduire les modifications provenant soit du changement du lieu des étoiles, soit de la connaissance de l'état de l'instrument. On comprend également qu'avec un peu plus de travail nous ayons pu passer de la comparaison des lieux observés avec les lieux calculés, telle que la donne M. Airy, à celle dont nous avons besoin et qui devait reposer sur l'usage de nos propres Tables.

» Bradley apportait dans les observations astronomiques une précision inconnue jusqu'à lui. On doit vivement regretter que les observations de Vénus soient moins parfaites que les autres. Cela tient à ce que Bradley a toujours cherché à observer directement le passage du centre au méridien, lors même que la planète était aux époques de ses conjonctions inférieures réduite à un faible croissant. On comprend combien l'estime du passage du centre était difficile, combien elle devait prêter à des erreurs systématiques. Aussi M. Airy, en considérant les anomalies qui se présentaient dans quelques-unes de ces observations, avait-il été conduit à croire que peut-être Bradley avait quelquefois observé le bord au lieu du centre. Ce n'est qu'en procédant à une étude complète et de nature à faire la part des incertitudes des observations et de la théorie dont on disposait, que la question pouvait être tranchée. Disons dès à présent que nous avons reconnu que les observations de Bradley ont toujours eu le centre de la planète pour objet direct, même vers les conjonctions inférieures. Seulement l'observation se trouvait affectée d'une erreur systématique de 6″ à 8″ :

l'astronome observait non pas le centre réel, mais un point situé du côté de l'arc lumineux à 6″ ou 8″ du centre. Cette erreur était de signe différent avant et après la conjonction.

» Cette correction systématique une fois effectuée, toutes les observations marchent convenablement et de manière à pouvoir être employées.

» A l'époque actuelle j'ai fait usage des observations faites à Paris et à Greenwich.

» Les observations des passages de Vénus sur le Soleil en 1761 et 1769 ont été discutées par M. Encke; il en est de même de l'observation faite en 1639 par Horroxius, et dont la relation est rapportée dans les *Lettres d'Hevélius*. Malheureusement Horroxius a manqué l'instant de l'entrée de la planète sur le Soleil, et l'on n'a de lui que des mesures de la position de l'image de la planète sur la corde qu'elle a parcourue.

» L'observation de l'occultation de Mercure par Vénus, le 28 mai 1737, est rapportée dans les *Transactions philosophiques*. Elle a été faite à Greenwich par Bévis. Les phases principales sont rapportées comme il suit :

$9^h\ 44^m\ 0^s$. *Mercurius non plus distat à Venere quam decima parte diametri Veneris : deindè inimicæ nubes.*

$9^h\ 52^m\ 6^s$. *Venus nitori proprio restituitur; Mercurius vèrò totus sub Venere latet. Nubes deindè Venerem rursùs excipiunt.*

» Nous n'avons pas employé à la recherche des éléments des Tables cette observation dont le degré de précision nous était d'abord inconnu; mais nos Tables de Vénus étant construites, nous avons examiné si ces Tables, jointes à nos Tables du Soleil et de Mercure, rendraient effectivement compte du phénomène observé par Bévis, il y a 123 ans.

Quatrième section.

» Nous discutons ici les résultats de la comparaison de la théorie avec les observations.

» Les observations actuelles fournissent les éléments du mouvement de la planète à notre époque, et d'après ce que nous avons dit, les observations anciennes, qui donnent le moyen mouvement, sont également les seules dont on puisse déduire les valeurs des masses troublantes de Mercure et de la Terre.

» Lorsqu'on emprunte le moyen mouvement de la planète aux observations des passages sur le Soleil en 1761 et 1769, la masse de Mercure ne peut être obtenue que par la considération des longitudes tirées des observations méridiennes de Bradley. En groupant les observations faites avant

et après les conjonctions inférieures, on arrive à des résultats assez précis, desquels on conclut que la masse de Mercure devrait être réduite à $\frac{1}{5000000}$ environ de la masse du Soleil. Cette conséquence se rapproche de celle que M. Encke a déduite des perturbations de sa comète à courte période.

» La masse de la Terre résulte surtout des observations de la latitude de Vénus. On obtient une première condition par l'ensemble des observations du passage sur le Soleil en 1761 et 1769. On en déduit une deuxième de l'ensemble des latitudes tirées des observations méridiennes de Bradley. Chacune de ces conditions est d'une grande exactitude et constitue sans doute la donnée la plus précise qu'on ait sur les masses des planètes inférieures. Aussi se trouvent-elles identiques l'une à l'autre, quoiqu'elles soient déduites d'observations tout à fait différentes.

» Or on arrive ainsi à ce résultat remarquable que la masse de la Terre devrait être augmentée d'un *dixième* environ de sa valeur.

» Déjà la valeur de l'équation lunaire du mouvement de la Terre (chap. XIV, sect. IV) nous avait conduit à cette conséquence que la masse attribuée à la Terre devrait être notablement augmentée. Il est remarquable que la théorie de Vénus nous amène au même résultat.

» Cette conclusion serait d'autant plus importante que la masse de la Terre avait été déduite de la chute des graves en admettant la parallaxe solaire 8″, 57 à la distance moyenne. Or, si cette masse devait être définitivement augmentée, il ne serait possible de faire concorder les diverses déterminations qu'en admettant que la parallaxe solaire devrait être elle-même un peu accrue.

» En raison de la gravité et de la délicatesse du sujet, nous nous contenterons aujourd'hui d'avoir ajouté aux données qu'on possède pour résoudre l'important problème de la détermination des masses planétaires et les questions qui s'y rattachent; et nous attendrons, pour tirer des conclusions définitives, d'avoir déduit de la théorie de Mars une troisième détermination de la valeur de la masse de la Terre.

Cinquième section.

« La cinquième section comprend toutes les Tables, au nombre de XXXVIII, nécessaires au calcul des lieux de Vénus.

» Ces Tables satisfont à toutes les observations connues de la planète. Elles représentent très-bien l'ensemble des observations méridiennes et sa-

tisfont aux passages de la planète sur le Soleil, y compris l'observation de 1639 dans les limites de son exactitude. Il nous reste à examiner si en les employant concurremment avec les Tables du Soleil et celles de Mercure, on retrouvera les deux phases principales de l'occultation de Mercure par Vénus en 1737.

» La première donnée résultant de cette observation est qu'à $9^h 40^m 3^s$, temps moyen de Greenwich, Mercure n'était éloigné du disque de Vénus que de la 10e partie du diamètre de cette dernière planète. Or on trouve par l'emploi de nos Tables, à l'heure indiquée, que Mercure et Vénus étaient distants l'un de l'autre de $7'',16$, tandis que le dixième du diamètre de Vénus est de $5'',24$; la différence $1'',92$ est une quantité fort minime et dont l'astronome n'a pas pu répondre par son *estime*.

» La seconde donnée est qu'à $9^h 48^m 9^s,4$ Mercure était entièrement caché par Vénus. En calculant cette phase par les Tables, on reconnaît qu'au moment où Bévis dit qu'il ne voyait pas Mercure, cette dernière planète était près d'émerger et que même elle était déjà sortie de $2'',27$.

» Mais il faut remarquer que Mercure se trouvant en quadrature, la partie de son disque qui était sortie n'était pas éclairée et qu'ainsi Bevis n'a pas pu l'apercevoir. La théorie cadre donc ici encore avec l'observation.

» Cette circonstance que Mercure sortait de sous le disque de Vénus, au moment où Bévis affirme qu'on n'apercevait aucune de ses parties, donne à l'observation une valeur qu'on n'eût pu d'abord espérer; d'autant plus que la sortie se faisant par le bord obscur de Vénus, le moindre filet de la lumière de Mercure n'eût pu déborder sans que l'observateur le reconnût.

» En diminuant la longitude géocentrique de Vénus à un moment donné, de manière à diminuer de $2''$ à $3''$ la distance des disques au moment de l'observation qui a précédé l'entrée, on se rapprocherait encore, il est vrai, de l'estime faite par l'observateur; mais on avancerait en même temps la sortie de Mercure, au point qu'une partie de son disque aurait été visible au moment où l'astronome a constaté qu'on n'en apercevait aucune trace.

» En augmentant au contraire de $2''$ à $3''$ la longitude géocentrique de Vénus, Mercure ne s'en trouverait que mieux sous le disque de Vénus au moment voulu; mais la distance des deux disques se trouverait égale au *cinquième* du diamètre de Vénus au moment où Bévis a constaté qu'elle n'était que la *dixième* partie de ce diamètre : et il est inadmissible qu'un astronome puisse confondre ces deux fractions.

» Ajoutons qu'un changement dans la longitude géocentrique de Vénus correspond ici à un changement moitié moindre de la longitude héliocentrique. Et nous pourrons conclure, de la discussion qui précède, que la précision avec laquelle on représente les deux phases principales observées lors de l'occultation de Mercure par Vénus, le 28 mai 1737, est une remarquable confirmation de l'exactitude de nos Tables du Soleil, de Mercure et de Vénus.

» Nous avons été très-satisfait de reconnaître que la Théorie de Vénus, basée sur l'action réciproque du Soleil et des planètes connues, ne présente aucune anomalie. Nous nous félicitons de ce que cette Théorie n'ait point donné lieu à de nouvelles incertitudes, les difficultés que nos devanciers avaient cru y voir ayant au contraire disparu. Si un désordre apparent avait existé dans toutes les Théories, on eût pu être embarrassé pour remonter à des causes qu'on aurait pu croire multiples; mais lorsque nous arrivons à ce résultat satisfaisant, que la Théorie de l'Attraction universelle, appliquée aux causes physiques qui nous sont connues, rend un compte précis des mouvements de la Terre et de Vénus; bien plus, lorsqu'il en est de même à l'égard de Mercure, sauf sur un point, la variation séculaire du périhélie, nous ne pouvons pas douter que l'anneau de petites masses intérieures à l'orbite de Mercure, et dont la considération est indispensable pour rétablir l'ordre dans le système planétaire, n'ait une existence réelle. »

M. le Président annonce que le volume X des « Mémoires de l'Académie des Sciences morales et politiques » est en distribution au Secrétariat.

M. Mathieu présente, au nom du Bureau des Longitudes, « l'Annuaire pour 1861 ».

M. Babinet fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du VIe volume de ses « Études et Lectures sur les sciences d'observation ».

Il indique sommairement les actualités de la science auxquelles se rapportent les divers articles que contient ce volume. Le magnétisme terrestre, les marées, les éclipses, les comètes, les progrès de l'astronomie et de la météorologie, enfin l'analyse de plusieurs publications nouvelles, tels sont les principaux sujets traités au milieu de la grande variété des phénomènes physiques que les sciences d'observation offrent aujourd'hui à la curiosité publique.

RAPPORTS.

OPTIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Leroux**, *relatif à la réfraction des vapeurs produites à de hautes températures.*

(Commissaires, MM. Faye, Delaunay, Babinet rapporteur.)

« M. Leroux, répétiteur de physique à l'École Polytechnique, s'est proposé de mesurer la réfraction des vapeurs des corps qui, comme le mercure, le soufre, le phosphore et l'arsenic, ne sont volatils qu'à des températures très-élevées. Dulong avait trouvé pour le rapport de réfraction de l'oxygène 1,000272, pour l'hydrogène 1,000138, pour l'azote 1,000300, et pour le chlore 1,000772. On sait que pour l'air on a 1,000294. M. Leroux trouve pour les vapeurs à saturation sous la pression atmosphérique ordinaire :

Soufre.............	1,001629
Phosphore............	1,001364
Arsenic...............	1,001114
Mercure..............	1,000556

» Ce sont d'importants résultats auxquels, d'après la nature de ces substances, leur poids atomique et leurs diverses volatilités, on était loin de s'attendre, surtout pour le mercure. Nous renvoyons au Mémoire pour les aperçus relatifs au pouvoir réfringent et aux familles chimiques du petit nombre de corps simples dont le pouvoir réfringent est connu.

» Nous avons vu avec satisfaction que M. Leroux comprend très-bien que les vapeurs à l'état de saturation ne sont pas complétement assimilables à des gaz, car dans le voisinage du point où un excès de pression ou bien une légère diminution de température produisent la liquéfaction, l'attraction exerce une action puissante, comme Dulong et l'un de nous l'avaient déjà constaté. Il se propose par les moyens précis que son appareil lui fournit d'étudier cette importante partie de la question. Comme il est expérimentalement et théoriquement maître de son sujet, il ne lui manque que du temps et des travaux ultérieurs pour fournir à la science des constantes que son appareil lui donne la certitude de déterminer avec précision.

» Avant de parler de cet appareil, qui est pour l'optique une véritable acquisition, et qu'aucun autre ne pourrait remplacer, nous dirons que la dispersion des gaz y est très-sensible et très-mesurable, soit par des achromatisa-

tions comme Arago l'avait fait pour l'air atmosphérique, soit en opérant sur des rayons homogènes comme l'a déjà fait M. Leroux dans plusieurs cas avec son appareil, qui s'y prête admirablement.

» Les difficultés que présentaient d'une part la haute température des vapeurs à produire et de l'autre la délicatesse des mesures optiques appliquées à de très-faibles déviations, étaient très-grandes et ont été surmontées à force de persévérance et de dispositions expérimentales des plus ingénieuses. On peut se figurer un fourneau très-grand porté sur un axe muni à sa partie inférieure d'un cercle divisé qui permet des retournements indispensables. Au centre du fourneau est un prisme analogue à celui de Borda employé par Dulong. Ce prisme est en fer massif et les rayons entrent et sortent par des glaces parallèles mastiquées par des procédés propres à M. Leroux. La mesure exacte de l'angle du prisme offre aussi des pointés très-ingénieux. Ainsi que dans le goniomètre de M. Babinet, c'est un collimateur qui envoie la lumière au prisme que remplit la vapeur, et cette lumière est ensuite reçue par un second télescope ou collimateur muni à son foyer de fils micrométriques d'une précision plus que suffisante. Avec le premier collimateur, avec la distance de ce collimateur au fourneau, avec la dimension du fourneau, sa distance au second télescope et enfin la distance focale de ce dernier qui est de 2 mètres, l'ensemble de ce goniomètre gigantesque est de 7 mètres et tous les moyens de vérification n'y laissent rien à désirer.

» Il faut répéter que, suivant l'intention de l'auteur du Mémoire, l'appareil se prêtera très-commodément à la mesure de la réfraction des vapeurs non saturées dites proprement vapeurs surchauffées et mieux encore vapeurs-gaz dans lesquelles, suivant Dulong, le pouvoir réfringent (égal au carré du rapport de réfraction diminué de l'unité et divisé par la densité du gaz) est une quantité constante. Malgré le petit nombre des déterminations obtenues par M. Leroux quand on considère le peu d'espoir qu'on avait d'obtenir de semblables mesures optiques, les difficultés sans nombre qu'il a fallu surmonter, la précision des résultats et la certitude d'en obtenir encore un nombre indéfini pour tous les corps simples et pour tous les composés volatilisables, on reconnaîtra que l'appareil soumis à l'Académie peut fournir beaucoup de résultats précieux à l'optique et à ses plus importantes applications. On ne pouvait guère s'attendre à trouver la vapeur de mercure si peu réfringente, de même que l'on fût fort étonné, après les recherches dont M. Dumas prit l'initiative pour la densité des vapeurs, de trouver celle de la vapeur du soufre triple de ce qu'on aurait pu présumer d'après son poids atomique.

» Votre Commission vous propose donc d'approuver le travail de M. Leroux, de l'engager à poursuivre ses recherches, et d'ordonner l'insertion de son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

PALÉONTOLOGIE. — *Résultats des fouilles exécutées en Grèce sous les auspices de l'Académie; par* M. ALBERT GAUDRY.

(Renvoi à l'examen des deux Sections de Géologie et de Zoologie.)

« La préparation des pièces que j'ai rapportées exigera un temps assez long, car elles sont environ au nombre de mille. Parmi celles que j'ai déjà pu dégager de leur gangue, j'ai choisi quelques ossements gigantesques que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» Je citerai d'abord un tibia muni de son péroné; sa taille dépasse de beaucoup celle des divers tibias de Mastodontes et d'Éléphants que possède le Musée de Paris; il est long de $0^{m},95$. Si la proportion qui existe entre cet os, son fémur et la taille totale de l'animal auquel il a appartenu est la même que chez le Mastodonte et l'Éléphant, on peut, d'après la méthode de Cuvier, supposer que le fémur avait $1^{m},56$, et que l'animal entier avait environ $4^{m},50$ de hauteur. Le tibia de Pikermi est remarquable, non-seulement par sa taille extraordinaire, mais encore par l'aplatissement de sa face articulaire inférieure. Le grand diamètre de cette face n'a pas moins de $0^{m},34$ de longueur, tandis que le petit diamètre n'a que $0^{m},12$. Cet allongement transversal si considérable porte non-seulement sur la facette astragalienne, mais encore sur la facette péronienne. J'ai trouvé d'autres os qui se rapportent sans doute à la même espèce fossile : une rotule plus allongée que chez le Mastodonte et l'Éléphant; elle a près de 2 décimètres de longueur; des astragales dans le type du Mastodonte, mais ayant une face tibiale plus oblique et plus allongée; des calcanéums dont la facette péronienne est grande, et la facette cuboïdienne est très-oblique par rapport au talon; des scaphoïdes chez lesquels la facette correspondant au premier cunéiforme est tellement petite, que, s'il existait un pouce, il devait au moins être très-rudimentaire; enfin des cunéiformes et des troisièmes métatarsiens.

» Sur le point même où j'ai recueilli ces os qui appartiennent à des membres postérieurs, j'ai trouvé des pièces qui se rapportent sans doute au membre

antérieur de la même espèce, notamment un cubitus droit auquel est joint encore son radius. De même que le tibia, ce cubitus dépasse beaucoup, par ses dimensions, les os homologues des Éléphants et des Mastodontes que possède le Muséum. Il est long de $0^m,86$, bien qu'il soit brisé à sa partie inférieure; entier, il pouvait avoir une longueur de $1^m,14$. La plus grande épaisseur d'avant en arrière est de $0^m,39$. Cet os est assez semblable à un moule que M. Jourdan, professeur à la Faculté de Lyon, a donné au Muséum sous le nom de *Dinotherium*. Il rappelle les cubitus des Mastodontes et des Éléphants. On sait que le cubitus de ces animaux a le caractère tout particulier d'être creusé à la base de la cavité sigmoïde pour recevoir le radius. Dans le cubitus fossile de Grèce, ce caractère est encore plus marqué : la cavité où s'enfonce le radius est plus creusée et plus centrale. Le radius se distingue aussi par sa forme aplatie et non triangulaire. J'avais trouvé, dans mon voyage de 1855, une partie inférieure d'humérus qui peut-être appartient au même genre fossile que les os précédents; sa face articulaire inférieure a $0^m,23$. Je présente enfin à l'Académie trois énormes métacarpiens en connexion : ce sont les deuxième, troisième et quatrième de la main gauche. Ces métacarpiens diffèrent de ceux des Éléphants et des Mastodontes par leur allongement et leur épaisseur; leur largeur est comparativement faible. Ils sont surtout remarquables par leur face articulaire inférieure creusée d'une longue rainure fortement marquée, tandis que chez les autres Mammifères cette face est, au contraire, plus ou moins convexe.

» Je pense que ces divers ossements ont appartenu au *Dinotherium*, cet animal qui est le plus gigantesque de tous les Mammifères terrestres du monde ancien, dont la tête a été si bien décrite, mais dont les membres sont encore à peu près inconnus. Quelques-uns de mes os s'accordent avec des pièces que M. Lartet possède à Sansan et que ce savant naturaliste attribue au *Dinotherium*. D'ailleurs des dents de *Dinotherium* ont été recueillies à Pikermi. Les os trouvés en Grèce s'éloignent bien plus du Tapir, de l'Hippopotame et du Morse que du Mastodonte et de l'Éléphant; ils s'éloignent plus encore des Lamantins, car ces animaux n'ont point de membres postérieurs. Si on ne voyait que le tibia de Grèce, frappé de sa forme aplatie, on pourrait croire qu'il a appartenu à un animal essentiellement nageur; mais la forme des métacarpiens et leur mode de connexion ne confirment pas cette supposition, car ils sont loin d'être aplatis et il ne paraît pas qu'ils aient été divergents.

» Je demande encore à l'Académie la permission d'appeler son attention sur un autre animal, ruminant gigantesque, dont j'avais déjà, en 1855,

recueilli un grand nombre d'os. D'après l'étude des membres, M. Lartet et moi l'avions nommé Girafe de Duvernoy. Je viens d'en trouver une tête presque complète qui me force à le rapporter à un genre nouveau. Je propose de le nommer *Helladotherium Duvernoyi* (Ἑλλὰς, δος, Grèce, θηρίον, animal). Il paraît tenir à la fois de la Girafe, des Antilopes et des Bœufs. La tête de ce ruminant a $0^m,56$ de long, bien qu'un peu brisée; entière, elle pouvait avoir près de $0^m,70$. Elle ne porte point de cornes; elle est bombée à sa partie supérieure, très-fortement évidée dans la région occipitale; les arcades zygomatiques sont écartées; les molaires sont au nombre de $\frac{6}{6}$; elles n'ont point de colonnettes interlobaires; la première est presque ronde. L'ensemble de ces caractères sépare nettement le nouveau fossile de Grèce de tous les genres de Ruminants. Par ses membres, c'est évidemment de la Girafe qu'il se rapproche davantage. Nous nous occupons au Muséum de mettre la tête et les membres de l'*Helladotherium* en état d'être présentés à l'Académie; je lui demanderai prochainement la permission de les placer sous ses yeux. »

CHIRURGIE. — *Du porte à faux à deux leviers, pour résoudre la troisième partie du trinôme lithotriptique :* extraction, démolissement, pulvérisation; *par* **M. Heurteloup.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Velpeau, J. Cloquet, Jobert de Lamballe.)

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le complément de mes travaux sur la lithotripsie, opération qui, maintenant que je crois l'avoir complétée autant qu'il est en moi, peut être définie ainsi : l'art de réduire les pierres, dans la vessie humaine, en fragments ou en poudre pour en provoquer la sortie, soit naturelle, soit artificielle.

» Lorsque les pierres sont d'un petit volume, j'ai déjà donné à l'Académie (avril 1846) les preuves nombreuses qu'au moyen du *percuteur à cuiller* l'acte de broyer et d'extraire pouvait être confondu dans un seul et même temps, et que la lithotripsie procurait, dans ces cas, la guérison immédiate et complète. Lorsque les pierres sont volumineuses, j'ai démontré par de nombreux exemples (1833) que le premier acte de l'opération pratiquée dans ce cas était la démolition de ces pierres. J'ai démontré également que le moyen le plus prompt, le plus certain et le plus doux d'opérer cette démolition était la percussion fixe au moyen du percuteur courbe à marteau.

» L'acte de la démolition première des pierres volumineuses s'accomplit ordinairement avec la promptitude qui fait naturellement supposer les deux principes invoqués, *fixité* et *percussion;* mais l'acte secondaire que nécessite la reduction en poudre des fragments laisse encore beaucoup à désirer, soit que j'emploie mes instruments à pression qui furent mon premier mode d'usage de ma combinaison *recto-curviligne* et *coudé*, soit que je continue l'emploi du percuteur courbe et de la percussion fixe, soit, à plus forte raison, que je mette en usage l'instrument du commerce dit bec de canard.

» L'acte de démolir une pierre est un acte simple ou à peu près simple; la pierre prise et convenablement chargée étant soumise à la percussion fixe, tout est dit, la démolition est opérée; mais l'acte de pulvériser les fragments est un acte multiple, aussi multiple qu'il y a de fragments, et surtout aussi composé que ces fragments affectent de formes réfractaires et se nuisent l'un à l'autre.

» Il est donc d'une importance secondaire, pour le démolissement, que du temps soit perdu dans l'exécution des manœuvres, dans l'action illusoire de l'instrument ou dans son impuissance même. Il n'en est pas de même pour les fragments, qui, nécessitant des actes complexes et multiples pour les saisir et les pulvériser, demandent un instrument exempt de lenteur, sous le quadruple point de vue d'ouvrir l'instrument, de le fermer, de pulvériser et de désengouer. Il est évident que si l'on réduit chacune de ces actions à l'instantanéité, on rapprochera de l'instantanéité l'action définitive de pulvériser. C'est la solution de ce problème que j'ai déjà résolu devant l'Académie par la percussion fixe (février 1848), et dont je présente aujourd'hui un nouveau mode de solutiion au moyen d'un instrument de main propre à la petite lithotripsie, combinaison à laquelle j'ai donné le nom de *porte à faux à deux leviers.* Le plus court de ces leviers sert à ouvrir l'instrument, le plus long à le fermer. Cette dernière action de fermer est confondue avec l'action de briser : de là économie de temps et de mouvement. Son mécanisme n'exige aucun changement de main; la main droite, qui opère et qui toujours suffit, reste toujours en supination. Suivant le programme que je me suis prescrit, l'action d'ouvrir est instantanée, l'action de fermer l'est également, et conséquemment l'action de pulvériser. Or trois instantanéités, qui ne sont séparées par aucune perte de temps, équivalent presque à une: le but est donc atteint sous le rapport des trois actions.

» Restent l'action de prendre et le mécanisme pour pulvériser; ici je vais développer deux nouveaux principes. Le premier, attenant au mécanisme pour pulvériser, repose sur le moins de résistance qu'offre un fragment de

pierre lorsque ce fragment est placé en porte à faux. Si donc l'on suppose la branche immobile de l'instrument recto-curviligne coudé disposée en cuiller, si l'on suppose cette cuiller percée dans son milieu d'une large fente, si d'un autre côté on suppose que la branche mâle ou mobile puisse entrer et sortir de cette fente, on aura l'idée du *porte à faux*. Le fragment appuyé sur les bords de la cuiller n'est pas soutenu au milieu, il se brise, et sa partie moyenne est forcée de passer par le fond béant de la cuiller : de là pulvérisation d'autant plus effective, que les parois internes de la cuiller étant naturellement inclinées, cette cuiller forme infundibulum et donne à l'instrument toute l'intensité de l'action pulvérisatrice du moulin à café. Le désengouement est tout naturel, puisque l'instrument, ne pouvant rien renfermer, ne peut s'engouer : il est donc toujours propre à l'action.

» Le principe attenant au mécanisme pour prendre, repose sur cette loi de statique naturelle, à savoir : que si on déprime le milieu d'une membrane molle et flexible, tous les corps lourds qui se trouvent sur cette membrane tendent à se rendre au point déclive déterminé par la pression opérée. Or si la cuiller du porte à faux déprime le bas-fond de la vessie, tous les fragments viennent naturellement se rendre dans son creux. De là fourniture incessante de la matière à moudre par une action continue, et conséquemment solution du problème.

» Le porte à faux est un instrument fort simple; il est composé de deux appareils, celui qui meut et celui qui brise. Celui qui meut est composé de deux pièces : une pièce qui représente un quart de roue dentée, et une autre pièce qui représente un long et fort tube d'acier. L'appareil qui brise est également composé de deux pièces : ce sont les pièces de mon instrument recto-curviligne coudé qui sont le type général des instruments propres à la lithotripsie, à commencer par le percuteur courbe. J'ai indiqué quelles particularités distinguaient celles du porte à faux. Les deux appareils pour mouvoir et pour briser se marient l'un à l'autre de la manière la plus simple. La masse crénelée qui termine la branche mobile, introduite dans le tube d'acier, présente à travers une ouverture pratiquée sur ce tube d'acier ses crans au quart de roue dentée, qui, solidaire avec les leviers, imprime le mouvement à cette branche mobile. La branche immobile, celle qui porte la cuiller fenêtrée, est rendue solidaire avec le tube d'acier au moyen d'une simple goupille conique. Tel est le *porte à faux à deux leviers*.

» Cet instrument, bien que fait dans le but spécial de pulvériser les fragments résultant d'une démolition première, par la pression d'un levier double, peut cependant agir par la pression d'une vis ou par la percussion vo-

lante. Cette pression et cette percussion sont toutes les deux d'une force immense, et toutes les deux ont le caractère particulier d'être opérées par des manœuvres qui peuvent être indépendantes d'une force dépensée par l'opérateur, dont le rôle dans ce cas est seulement de maintenir l'instrument. La pression s'exécute au moyen d'une clef à vis qui mord dans une contre-vis placée dans le corps de l'instrument. La percussion s'exécute avec une tige d'acier qui frappe sur l'extrémité de la branche mobile de l'instrument et qui est invariablement conduite sur la tige à percuter à la manière d'une baguette qui bourre un fusil. Cette percussion, quoique volante, est puissante et enrichit d'autant la lithotripsie de poche. Elle est bien loin cependant d'égaler la lithotripsie *fixe* exécutée au marteau et au moyen du *point fixe* et du *lit statique*.

» J'emploie le porte à faux depuis maintenant douze années, et son usage est consacré par de nombreuses applications. Étant l'expression la plus complète du pouvoir pulvérisateur des instruments à main, propre à guérir les calculeux sans incision, il entre pour une grande part dans la solution du trinôme lithotriptique, à savoir : 1° extraction ; 2° démolissement ; 3° pulvérisation. »

PATHOLOGIE. — *Nouveaux faits à l'appui d'un précédent travail* (1) *concernant l'influence du plomb dans la production de la colique sèche des pays chauds; par* **M. Lefèvre.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Andral, Pelouze, Payen, Rayer.)

« Dans le Mémoire que jai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, après avoir fait ressortir le danger de l'opinion généralement accréditée, il y a peu d'années, au sujet de l'innocuité du plomb et des composés plombiques dans la production de la colique sèche des pays chauds, et avoir indiqué les sources multipliées d'empoisonnement saturnin qui se trouvent sur les navires de guerre, je me suis appliqué à exposer les précautions qui doivent être prises pour mettre nos marins à l'abri de ces accidents graves qui, chaque année, depuis près de trente ans, ont fait périr ou rendu infirmes un grand nombre d'entre eux.

---

(1) Causes de la colique sèche observée sur navires de guerre français, particulièrement dans les régions équatoriales; 1859.

» C'est sur mes indications que le Ministre de la Marine a prescrit d'apporter des modifications importantes dans plusieurs parties du service, et notamment dans celles concernant les appareils distillatoires, les étamages et le titre de l'alliage des vases en étain en service dans la marine.

» La nécessité de ces modifications est démontrée de nouveau par la constatation de quantités sensibles de plomb dans les étamages des cuisines distillatoires, dans l'eau qu'ils avaient produite, dans diverses matières qui avaient été imprégnées par cette eau, soit dans les ports, soit sur des navires en cours de campagne.

» En même temps qu'on démontrait la présence fréquente du plomb dans l'eau d'alimentation des marins, on observait sur eux les signes les plus évidents de la pénétration de cet agent toxique dans leur organisme. Parmi les faits rapportés dans mon Mémoire, un des plus remarquables est celui de l'aviso à vapeur *l'Achéron*, attaché à la station des Antilles. A son arrivée de France à la Martinique, au mois de mai dernier, ce navire est devenu le théâtre d'une épidémie de *colique sèche*. A l'hôpital de Fort-de-France, où furent reçus les malades provenant de *l'Achéron*, on constata sur tous la présence du liséré gingival, et l'analyse de l'eau fournie par la cuisine distillatoire démontra qu'elle contenait une proportion de plomb supérieure à celle que présentent souvent les eaux distillées provenant d'appareils à étamage ou à serpentin suspects. Il n'est donc plus possible de nier la nature saturnine de cette espèce de colique. Mais les médecins qui en ont fait une entité morbide spéciale aux pays chauds se retranchent, pour soutenir leur opinion, derrière des cas qui se développent à terre, loin des navires et parmi les personnes étrangères aux habitudes des marins. J'ai provoqué de nouvelles recherches, et dans la plupart de nos colonies occidentales, où les industries qui s'occupent de la préparation et de la conservation des substances alimentaires et des boissons ne sont l'objet d'aucune surveillance, j'ai appris que les eaux pluviales servant à l'alimentation contiennent souvent du plomb provenant soit des toitures où on les recueille, soit des rigoles et des tuyaux qui les amènent dans des réservoirs où de nouvelles causes d'altération saturnine se rencontrent fréquemment. La plupart des poteries communes sont couvertes en vernis plombifères, les eaux gazeuses contiennent presque toujours du plomb, les vinaigres sont presque toujours plombifères, les vins étrangers en contiennent parfois. Pour expliquer l'augmentation progressive des cas de colique sèche constatés récemment parmi les transportés de la Guyane, je ferai observer que l'usage d'une vaisselle de fer-blanc à soudure plombifère est généralement répandu parmi

ces malheureux qui se servent des vieilles caisses d'endaubage pour façonner les vases qui leur servent de gobelets, d'assiettes, et où ils conservent leurs réserves d'aliments et de boissons.

» Je ferai remarquer encore que l'ignorance où sont de cette maladie les médecins anglais qui ont longtemps habité les contrées équatoriales, est un des plus puissants arguments à opposer aux partisans de son individualité et de son endémicité dans les mêmes contrées.

» J'ajouterai que la fréquence et la gravité plus grande de la colique sèche dans les régions équatoriales témoignent en faveur de sa cause saturnine, puisque l'élévation de la chaleur et l'appauvrissement de la constitution qui s'observent dans ces régions sont des conditions favorables à ce mode d'empoisonnement lent ou chronique. Enfin je terminerai en rappelant les opinions émises dans le siècle dernier par Backer, John Hunter et B. Francklin au sujet de l'origine saturnine de la colique du Devonshire et du mal de ventre sec des pays chauds. La conviction de Francklin était telle, qu'il l'exprimait dans les termes suivants :

« Voilà, mon cher ami, tout ce dont je me souviens sur ce sujet; vous » verrez par là que mon opinion sur l'influence pernicieuse du plomb est » déjà vieille de plus de soixante années. Comme moi vous remarquerez » avec chagrin quelle longueur de temps il faut pour qu'une vérité utile et » bien établie soit généralement reçue et mise à profit. »

» Qu'aurait dit Francklin, ajouterai-je en terminant, s'il avait pu prévoir que cette vérité, qui lui semblait si claire en 1786, ne serait pas encore acceptée en 1860. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet un Mémoire ayant pour titre : « Essai d'un moyen prophylactique à employer contre le scorbut, proposé par M. *Soyer* ».

(Commissaires, MM. Serres, Velpeau, Rayer.)

M. Despretz présente au nom de M. *Trippier*, docteur en médecine, un appareil électro-médical.

Cet appareil, que M. Trippier destine à la comparaison des effets physiologiques produits par les extra-courants, par les courants d'induction de haute ou de faible tension, a été construit par M. Gaiffe.

Les trois parties principales de l'appareil sont mobiles et peuvent être soumises ou soustraites à l'action du courant de la pile.

(Commissaires, MM. Despretz, Cl. Bernard.)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches anatomiques et chimiques sur les sucs nourriciers des végétaux; de l'existence en proportion notable dans tous les tissus en voie de formation et de végétation active d'un principe immédiat, incolore, neutre, azoté et non coagulable; par* **M. Ad. Chatin**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à l'examen de la Section de Botanique.)

« I. *Comment l'anatomie a mis sur les traces du principe immédiat* A (1). — J'avais remarqué, dans mes travaux d'anatomie, que certains tissus végétaux, incolores dans les plantes fraîches, étaient habituellement colorés en brun sur les vieux échantillons d'herbier. Une fois mon attention éveillée sur ce point, je fus vivement frappé par cette circonstance que ce sont les tissus en voie de formation et ceux qui prennent la part la plus active aux phénomènes de la végétation qui offrent la coloration observée. Tels sont les jeunes tissus de la zone dite cambiale ou génératrice des arbres dicotylédonés, certaines couches ligneuses de nouvelle formation, la portion fibrocelluleuse encore délicate du stipe des monocotylédonés et du squelette des feuilles, le parenchyme herbacé des tiges et surtout des feuilles, enfin l'extrémité des racines et des suçoirs. Souvent on peut suivre, à la teinte brune qui la signale, la matière A épanchée de la zone génératrice dans les tissus voisins, notamment dans la portion contiguë des rayons médullaires.

» II. *Premières études, au sein même des tissus, de la matière* A. — Rapprochant les faits précédents de ceux de même ordre que j'avais observés, il y a bientôt vingt ans, à l'occasion d'études chimiques qui ont démontré dans les racines l'existence de fonctions excrétoires, je fus naturellement conduit à supposer la présence, dans les sucs nourriciers des végétaux, d'une matière qui y existerait à l'état incolore, mais qui subirait, après la mort des organes, soit spontanément, soit par la réaction de principes coexistant avec elle, soit enfin sous l'influence des agents extérieurs, l'altération dont la coloration des tissus est le signe.

» Je viens de faire trois hypothèses. La dessiccation et la longue exposition comparatives de portions des mêmes plantes dans le vide et à l'air ne

---

(1) Je désigne provisoirement par A le corps qui fait l'objet de ces études.

laissent subsister que la troisième. La présence de l'air est indispensable pour que la coloration se produise; elle en est la cause. Ce point établi, je rappelle que le phénomène se produit dans les tissus où, suivant l'opinion commune, se forment ou existent les sucs essentiellement nourriciers.

» Je savais, par l'anatomie, où trouver la matière A; avant d'aller plus loin, je constatai, par quelques observations de chimie microscopique dont les phénomènes se passent et se voient au sein même des tissus :

» 1°. Que la matière A existe chez tous les végétaux en dissolution dans un suc nettement acide;

» 2°. Qu'elle est préservée de toute altération par la plupart des acides végétaux et par les acides minéraux étendus;

» 3°. Qu'elle brunit rapidement sous l'influence des alcalis.

» Je poursuivis par les expériences suivantes :

» Je plaçai sur le mercure, sous trois cloches pleines d'air (numérotées 1, 2, 3, d'une capacité de 250 centimètres cubes), une quantité égale pour chacune d'elles (20 grammes) de lames de tissu rapidement taillées dans les jeunes formations de la tige et dans les feuilles du lilas (*Syringa vulgaris*). Les tissus de la cloche 1 furent laissés à l'état naturel; j'imprégnai ceux de la cloche 2 d'une solution $\left(\text{à } \frac{1}{100}\right)$ d'acide citrique dans laquelle on les faisait tomber à mesure de leur séparation de la plante; enfin le contenu de la cloche 3 fut mouillé d'une solution de potasse caustique $\left(\text{aussi à } \frac{1}{100}\right)$. J'exposai le tout à la lumière directe pendant vingt heures. Après ce temps il fut constaté que dans la cloche n° 1 un centimètre cube d'oxygène avait été absorbé; que dans la cloche n° 2 (celle à l'acide) le volume du gaz n'avait pas sensiblement changé; mais, résultat remarquable, que sous la cloche 3 22 centimètres cubes d'acide carbonique (représentant plus des $\frac{2}{5}$ de l'oxygène existant dans l'air de la cloche) avaient pris naissance au contact de l'alcali qui les avait absorbés.

» Deux autres séries d'expériences, qui portèrent sur les feuilles coupées du lierre (*Hedera helix*) et les feuilles entières de l'if (*Taxus baccata*) donnèrent des résultats analogues.

» L'alcali avait donc, comme l'a dit il y a longtemps, en termes généraux, M. Chevreul, « favorisé la coloration (qui avait marché parallèlement à la production de gaz carbonique) par l'oxydation. »

» Je crois utile d'insister sur ce fait, établi plus haut par les observations de chimie microscopique, savoir que la matière A est renfermée dans un

suc *acide*, car c'est un grand caractère des végétaux d'avoir (à quelques exceptions près) la masse de leurs sucs acide.

» Nous savons maintenant où existe A; déjà nous connaissons quelques-unes de ses propriétés, véritables caractères qui ont été mes premiers guides dans les recherches qui devaient la dégager, par des éliminations successives, des sucs complexes dont cette matière est l'une des parties essentielles. Mais avant d'aller plus loin, j'ai dû toucher à une question, encore obscure, sur laquelle A jette une nouvelle lumière.

» III. *Rapports de la matière* A *avec la coloration automnale des feuilles.* — L'anatomie m'avait fait reconnaître que les tissus en voie de formation contiennent une matière qui, après leur mort, brunit et se fixe sur eux; elle m'avait aussi appris que les feuilles vieillies dans les herbiers (comme les parties herbacées des plantes frappées par la gelée) ne montrent le plus souvent, sous le microscope, que des parties colorées en brun. Frappé des rapports de couleur qu'ont entre elles ces feuilles et celles qui, en automne, se détachent de la plupart des arbres, je fus naturellement conduit à poser la question de l'identité d'origine de phénomènes en apparence semblables.

» N'était-il pas possible, en effet, que l'altération éprouvée par A après la mort de la plante se manifestât déjà dans des organes que ne protége plus assez, contre les agents du dehors, une vie qui les abandonne et bientôt va s'éteindre. Et ce reste de vitalité que possèdent, pour quelques jours encore, les feuilles d'automne, ne précipite-t-il même pas les effets de l'air, en favorisant son accès et son renouvellement jusqu'au sein même des cavités pneumatophores de la feuille? Je me hâtai de soumettre cet aperçu au contrôle du microscope et de la chimie.

» Le microscope montre bien vite que la seule différence entre les feuilles automnales brunies du marronnier (*Æsculus hippocastanum*), du noyer (*Juglans regia*), du poirier (*Pyrus*), du tilleul (*Tilia*), etc., et les mêmes feuilles brunies dans l'herbier, consiste en ce que celles-ci ont leurs tissus et leur chlorophylle moins complétement brunis que les premières, dont les teintes répondent souvent aux couleurs des cercles chromatiques (de M. Chevreul) ternies ou rabattues par $\frac{9}{10}$ de brun.

» La chimie permettait au moins deux hypothèses : ou la matière verte persistait et elle était recouverte, comme les tissus du parenchyme et du pétiole, par un dépôt de A altéré; ou elle était détruite et remplacée par la nouvelle matière brune.

» L'eau et les alcalis, que je savais favoriser la dissolution de A et de ses dérivés bruns, enlevèrent une notable proportion de ces matières, mais les

tissus et les grains de chlorophylle en retinrent opiniâtrément la dernière portion, qui les laissa colorés en brun.

» Ne pouvant détacher A de la chlorophylle, je tentai d'enlever celle-ci à A. L'éther et l'alcool, l'éther surtout, ont donné le résultat cherché avec une facilité qui a dépassé toute attente. A peine les feuilles d'automne les plus brunies du noyer, du hêtre, du marronnier, etc., sont-elles mises en contact avec l'éther, que celui-ci frappe la vue par la riche couleur verte dont il se charge, la teinte brune ne subissant aucun changement.

» Une expérience très-simple permet d'ailleurs de retirer du même coup des feuilles d'automne la matière verte et A bruni par l'air. Que l'on traite ces feuilles, non par l'éther pur, mais par un mélange d'eau et d'éther, et l'on obtiendra au fond du vase une solution aqueuse brune, sur laquelle nagera la solution éthérée de la matière verte (je présente en même temps que cette Note quelques échantillons des résultats obtenus).

» Ce qui précède suffit pour établir le rôle de A dans la coloration automnale des feuilles. Ailleurs j'y reviendrai avec détail, me réservant de faire alors la part de quelques phénomènes secondaires dus à une modification de la chlorophylle, et de rappeler les opinions de M. Biot, de Vauquelin, de Davy, etc.

» Je conclus aujourd'hui à l'existence, dans les tissus jeunes et séveux actifs, d'un suc acide tenant en solution une matière qui compte parmi ses propriétés :

» D'être incolore dans les tissus vivants; — de brunir sous l'influence de l'air (oxygène) chez les tissus morts ou près de mourir; — de donner de l'acide carbonique en même temps qu'elle se colore; — d'être préservée de l'action de l'air par les acides minéraux et par la plupart des acides végétaux ; — de brunir et de former très-rapidement du gaz carbonique en présence de l'air et des alcalis ; — enfin d'être, par son altération, la cause exclusive de la coloration en brun des feuilles d'automne et des feuilles mortes en général ; — d'être l'un des éléments de la coloration en jaune et en rouge de quelques feuilles d'automne. »

PATHOLOGIE. — *De l'emploi du sphygmographe dans le diagnostic des affections valvulaires du cœur et des anévrismes des artères; extrait d'une Note de* **M. Marey.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Milne Edwards, Rayer, Delaunay.)

« En commençant des recherches cliniques au moyen de notre instru-

ment, nous l'avons appliqué tout d'abord au diagnostic des maladies du cœur et des vaisseaux, pensant que ces affections devaient au premier chef influer sur la forme du pouls. Les résultats que nous avons déjà obtenus nous semblent assez importants pour mériter d'être présentés à l'Académie.

1°. *De la forme du pouls dans les anévrismes.*

» Dans un Mémoire présenté en 1858 et inséré aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, nous avons été amené à expliquer par l'élasticité de la poche anévrismale l'affaiblissement du pouls qui s'observe sur le vaisseau. Nous avions reproduit artificiellement le phénomène dont le résultat nous avait fait prédire quelle serait la forme du pouls pris sur une artère au-dessous d'une poche anévrismale.

» Le tracé représenté (*fig.* 1) confirme nos prévisions (1).



Fig. 1.

» Le malade qui l'a fourni avait un anévrisme de l'artère humérale du côté gauche. Deux tracés ont été pris, un sur chacune des artères radiales. Le tracé supérieur a été obtenu du côté sain, l'inférieur a été pris du côté de l'anévrisme.

» Cette forme de la pulsation étant pathognomonique, pourra, dans les cas où l'application de l'instrument sera possible, trancher la question parfois litigieuse de savoir si une tumeur est anévrismale ou simplement soulevée par les battements d'une artère.

2°. *Du pouls dans les affections valvulaires du cœur.*

» Ces affections sont rarement simples, c'est-à-dire bornées au rétrécissement ou à l'inocclusion d'un seul orifice du cœur. Nous choisirons cependant les types qui correspondent à ces états simples et qui, dans le cas de lésion complexe, se combinent entre eux d'une manière assez facile à saisir.

---

(1) Chacune des figures représente la pulsation artérielle pendant un espace de six secondes.

Affections de l'orifice aortique.

» *Rétrécissement* (*fig.* 2).



Fig. 2.

» Dans cette figure, la durée de l'expansion du vaisseau est considérable, comme l'indique l'obliquité de la ligne d'ascension du levier. Cet effet tient à la difficulté que le sang éprouve à passer dans l'aorte. Le *dicrotisme* du pouls, dont il existe des vestiges même dans les pulsations normales, manque en général dans cette affection : cela se comprend d'après ce que nous avons dit antérieurement de la nature de ce phénomène.

» *Insuffisance* (*fig.* 3).

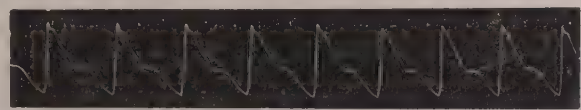


Fig. 3.

» La sensation de choc violent qu'éprouve le doigt lorsqu'on explore le pouls, et qui a été donnée par Corrigan comme caractéristique de l'insuffisance des valvules de l'aorte, se traduit par l'amplitude très-grande et la verticalité presque parfaite de l'ascension du levier. Cette ligne d'ascension se termine en général par un angle ou par une *pointe aiguë*, dont l'existence permet de diagnostiquer presque à coup sûr l'insuffisance aortique.

» S'il existe à la fois rétrécissement et insuffisance aortiques, les deux formes précédentes se combinent et l'on trouve, après le début brusque et le petit crochet de l'insuffisance, la systole longue et l'absence de dicrotisme du rétrécissement (*fig.* 4).

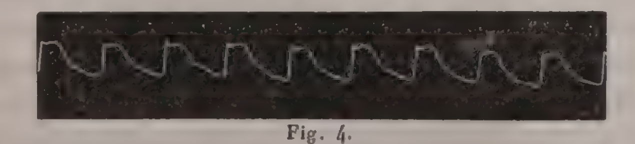
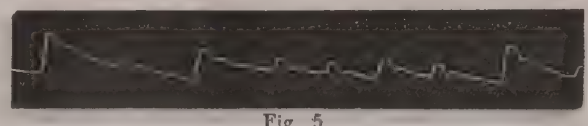


Fig. 4.

Affections de l'orifice mitral.

» Tandis que les lésions des valvules aortiques s'accompagnent ordinai-

rement de régularité du pouls, les affections de la valvule mitrale ont pour caractère dominant l'irrégularité des battements du cœur et leur intensité inégale.


Fig. 5.

» Le pouls est petit, assez dicrote, la pulsation est comme *avortée*, et cela est facile à comprendre dans toute lésion de l'orifice mitral. En effet, si la valvule est insuffisante, elle laisse refluer dans l'oreillette une grande partie de l'ondée ventriculaire. Il n'en arrive donc dans l'aorte qu'une fraction plus ou moins faible. Si l'orifice mitral est rétréci, le ventricule n'a pas le temps de s'emplir entre deux systoles, il ne peut donc envoyer dans l'aorte que des ondées très-petites.

» La simplicité étant l'exception dans les affections mitrales, les deux causes ci-dessus indiquées doivent en général se combiner pour altérer la forme de la pulsation. Nous ne saurions encore indiquer les caractères qui correspondent à la prédominance de l'une d'elles.

» Nous ne discuterons pas la valeur comparative de la méthode que nous proposons et de l'auscultation dans le diagnostic des maladies du cœur, car nous pensons que toutes deux gagnent à être employées simultanément et controlées l'une par l'autre. Cependant, pour n'être pas accusé de compliquer inutilement l'examen des malades et employer un instrument quand l'oreille et le doigt suffiraient, nous appellerons, en terminant, l'attention sur les considérations suivantes :

» 1°. Personne n'a le tact assez fin pour sentir avec le doigt les détails minutieux que révèle le sphygmographe dans une seule pulsation, détails dont chacun a certainement sa valeur et pourra servir, un jour, à préciser le diagnostic.

» 2°. Les indications du sphygmographe semblent avoir plus de constance que les signes d'auscultation, et chez les vieillards, par exemple, la forme du pouls est à certains moments le seul indice qui révèle une lésion des orifices du cœur.

» 3°. Dans un grand nombre de cas, les bruits pulmonaires, les épanchements de la plèvre ou du péricarde rendent l'auscultation du cœur difficile et quelquefois impossible; ils ne changent rien à la forme graphique du pouls.

» 4°. Toutes les fois que les battements du cœur sont fréquents et tumultueux, on a peine à distinguer, à l'auscultation, le premier et le second bruit, on est souvent forcé d'ajourner le diagnostic. Le sphygmographe saisit pour ainsi dire au passage les pulsations qui ont quelque chose de caractéristique, et l'on peut discuter la signification du tracé.

» 5°. Enfin, un tracé du pouls se conserve indéfiniment, et fixe un souvenir que la mémoire ne saurait garder; mis sous les yeux d'un élève, il constitue la meilleure définition des caractères du pouls et les fait comprendre avec une lucidité que le langage ne saurait atteindre. »

MÉDECINE. — *Traitement de la diphthérie, angine couenneuse et croup, par le perchlorure de fer, à haute dose et à l'intérieur; par* **M. Aubrun**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Serres, Velpeau, Rayer.)

« *Mode d'administration.* — Je fais mettre de 20 à 40 gouttes de perchlorure de fer dans un verre d'eau froide, suivant la gravité de la maladie et l'âge du malade. Ce dernier devra boire une gorgée (environ la valeur de deux cuillerées à café) de cinq en cinq minutes pendant l'état de veille et de quart d'heure en quart d'heure pendant le sommeil. Immédiatement après chaque dose de perchlorure, on administrera une gorgée de lait froid et sans sucre.

» Ce traitement devra être continué avec une régularité scrupuleuse pendant plusieurs jours, sans même respecter le sommeil des trois premiers jours. L'expérience m'a appris que ce n'est qu'à la fin du troisième jour que les fausses membranes commencent à se ramollir et à se détacher.

» Cette solution perchloroferrique doit toujours être administrée dans un verre ou une tasse de porcelaine, afin d'éviter la décomposition qui ne manquerait pas d'avoir lieu au contact d'un métal. J'éloigne également toutes les boissons et aliments susceptibles de décomposer le perchlorure de fer. En général, pendant les trois ou quatre premiers jours, je ne donne rien autre que ma solution de perchlorure de fer et du lait froid. Pendant chaque vingt-quatre heures de traitement pour les quatre à cinq premiers jours, un malade, suivant son âge et la gravité de la maladie, peut prendre de sept à dix verres de solution (1 litre et $\frac{1}{2}$ à 2 litres) et autant de lait, quelquefois le double : ce qui, suivant la concentration de la solution per-

chloroferrique, donnera de 140 à 350 gouttes par jour, et en poids de 6 à 18 grammes de perchlorure de fer.

» Je dois à M. Adrian, pharmacien, d'avoir eu toujours un médicament identique dans sa composition. Par un procédé qui lui est propre et qu'il doit faire connaître prochainement, il obtient un produit qui reste toujours *neutre* et ne se décompose pas, comme le perchlorure du commerce.

» Il est important de commencer la médication interne par le perchlorure de fer le plus près possible du début de l'affection. Cette médication doit être suivie trois jours de suite, si l'on veut parvenir à enrayer la maladie. Le traitement local est secondaire et peut même être négligé complétement. Le traitement interne suffit dans le plus grand nombre de cas. Administré dès le début de l'affection diphthéritique, cette médication guérira le plus souvent sans opération.

» Si la marche du croup est très rapide, ou si la médication n'a été employée qu'à une période avancée de la maladie, la trachéotomie peut devenir nécessaire, mais on devra continuer le perchlorure de fer, et c'est lui qui procurera la guérison. Sur trente-neuf cas traités au moins pendant trois jours, trente-cinq ont été guéris; deux cas seulement ont nécessité la trachéotomie dès le début de la médication; elle a été continuée scrupuleusement, et la guérison a été obtenue dans les deux cas, malgré la gravité de la maladie, puisque les enduits diphthéritiques avaient envahi les bronches dans une grande étendue. »

CHIRURGIE. — *De l'application de la cautérisation linéaire et destructive au traitement de l'enchondrome; par* **M. Legrand.** (Extrait.)

(Commissaires, MM. Velpeau, J. Cloquet, Jobert de Lamballe.)

« Muller, comme on le sait, donne le nom d'*enchondrome* à des tumeurs développées le plus souvent au voisinage des articulations (quelquefois ailleurs), affectant une forme arrondie, et offrant, quand elles sont mises à nu, un aspect fibro-cartilagineux. Elles résultent évidemment du développement anormal des fibres musculaires et cartilagineuses, et peuvent facilement être confondues avec les tumeurs fibro-plastiques; l'examen microscopique peut seul les différencier... Dans les deux cas auxquels se rapporte la Note que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie, ces tumeurs s'étaient développées toutes deux dans le voisinage de l'articulation du genou; elles ont été traitées par la *cau-*

térisation linéaire combinée avec la *cautérisation destructive.* Si j'ai complétement échoué dans le premier cas, par suite un peu de mon inexpérience dans ce genre de tumeurs, beaucoup par le fait du malade qui a manqué de persévérance et de courage, du moins ai-je obtenu dans le second cas un plein succès que le temps a confirmé, car voici aujourd'hui trois ans que la guérison a été obtenue et rien n'est venu la démentir. La cicatrice qui a succédé à la plaie produite par les caustiques est presque linéaire, aussi souple que possible, et l'articulation a conservé toute sa liberté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la nitrification, en réponse à des remarques de* M. Hervé-Mangon; *par* **M. E. Millon.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Regnault, de Senarmont, le Maréchal Vaillant.)

« Mon départ pour Alger ne m'a permis que bien tardivement de connaître une Note de M. Hervé-Mangon (*Comptes rendus* du 16 octobre 1860), relative aux dernières communications dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie. L'auteur commence par rappeler qu'il a été conduit à s'occuper depuis longtemps de la théorie de la nitrification; je ne connais de lui qu'une courte Note venue, en effet, à la suite des travaux de MM. Kuhlmann et P. Thenard (*Comptes rendus* du 29 août 1859).... Passant à la production de l'acide nitrique par l'ammoniaque, au moment où s'accomplit l'oxydation du fer, du phosphore et de l'humus, faits que j'ai signalés, M. Hervé-Mangon assure avoir reproduit ces mêmes faits; mais il ajoute qu'ils ont été vus déjà par M. Schœnbein. Si M. Schœnbein a jamais groupé les faits dont il s'agit, pour y chercher, ainsi que je l'ai entrepris, une théorie chimique de la nitrification et une théorie générale des combustions simultanées qui ont lieu à froid, il ne manquera pas de faire valoir ses titres de priorité, et alors ils pourront être discutés. Si, au contraire, ces faits sont disséminés dans les Notes fréquentes que M. Schœnbein publie depuis quinze ans, et qui n'ont jamais paru avec d'autre but que d'introduire et consolider la théorie de l'ozone, j'avoue que je suis du nombre des chimistes qui n'ont été frappés que de l'idée généralisatrice, et qui, n'accordant aux innombrables faits de détail, si ingénieux qu'ils soient, aucune autre valeur significative, les ont oubliés pour la plupart.... M. Hervé Mangon lui-même attachait-il la même importance à ces expériences de M. Schœnbein, lorsqu'il a publié sa Note? A coup sûr, il n'en a rien témoigné.

» Enfin M. Hervé-Mangon pense que je n'ai pas tenu compte de la nitrification directe de l'azote, et sur cette dernière question il est évidemment disposé à prendre date et à faire acte de possession, toutefois sans produire le moindre titre de propriété. Je lui laisse le champ libre, et même je veux bien croire que cette découverte qu'il prépare aura, suivant ses propres termes, un rôle très-important au point de vue de la végétation et de la physique du globe : cela se dit volontiers des découvertes qui ne sont pas faites, et surtout de celles qu'on a l'espoir de faire.

» La marche que j'ai suivie dans mes études sur la nitrification est très-justifiable : je conviens que j'ai circonscrit mon sujet le plus possible, et que je me suis contenté, pour le début, de définir les circonstances dans lesquelles les sols de la composition la plus diverse oxydaient l'ammoniaque à froid et produisaient en peu de temps une quantité de nitre appréciable. Ces faits que je crois avoir communiqués le premier auraient-ils été publiés déjà quelque part? Ne fallait-il pas les établir avant d'en chercher la théorie? Et lorsque la théorie de l'ozone atmosphérique, que je n'accepte pas, était le seul moyen de relier ces divers résultats, ne devais-je pas chercher dans les saines doctrines de la chimie un moyen d'expliquer cette oxydation constante de l'ammoniaque en présence d'un agent de réduction? Là était le nœud de la question. Sans doute cette question de la nitrification de l'ammoniaque n'est pas indépendante de plusieurs faits d'un autre ordre : elle se lie à d'autres points de vue et à d'autres sujets Sans sortir des considérations agricoles, l'azote libre se fixe-t-il dans le sol et se brûle-t-il directement? Comment se forment les humates? Le sulfate de chaux, les composés ferriques ne concourent-ils pas surtout à la formation de l'humus? M. G. Ville et quelques autres chimistes ont travaillé, je pense, avant M. Hervé-Mangon, à résoudre la première de ces questions, et quant aux suivantes, je me réserve de prouver prochainement que je ne les ai pas négligées. »

M. Simorre, adresse de Giscaro, département du Gers, une Note sur un procédé pour la destruction de l'oïdium.

(Commission de la maladie de la vigne.)

CORRESPONDANCE.

La Société géologique de Londres remercie l'Académie pour l'envoi d'une nouvelle série des *Comptes rendus*.

LE BRITISH MUSEUM remercie l'Académie pour l'envoi du tome XXX de ses *Mémoires*.

LA SOCIÉTÉ LITTÉRAIRE ET PHILOSOPHIQUE DE MANCHESTER remercie l'Académie pour l'envoi du même volume.

M. LE DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE PHYSIQUE CENTRAL DE SAINT-PÉTERSBOURG, en remerciant l'Académie pour l'envoi fait à cet établissement, lui adresse un exemplaire de son Compte rendu pour l'année 1858, un exemplaire de ses Recherches sur l'élasticité des métaux, et, au nom de M. le Ministre des finances de Russie, un exemplaire des Annales du même Observatoire, publiées par l'Administration impériale des Mines, pour l'année 1857.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL présente, au nom de *M. Longet*, une nouvelle livraison de son « Traité de Physiologie ». Cette livraison a pour objet l'*influence du système nerveux sur les mouvements du cœur*.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL présente, au nom de *M. Aug. Schilling*, un ouvrage sur l'orthopédie.

L'ouvrage est écrit en allemand, mais une Note manuscrite, jointe à l'envoi, en donne en français l'analyse. M. J. Cloquet est invité à prendre connaissance de cet ouvrage et à en faire l'objet d'un Rapport verbal.

PHYSIOLOGIE. — *Résultats de la section des canaux semi-circulaires; extrait d'une Lettre de* M. CZERMAK *à* M. Flourens.

« Aussitôt après mon retour à Pesth, j'ai repris avec succès vos remarquables expériences sur les canaux semi-circulaires et les ai communiquées dans cette gazette hongroise et plus tard dans un journal allemand. J'ai eu le bonheur de pouvoir observer tous les étonnants phénomènes dont la science vous doit la découverte. Mais quant à l'explication de ces phénomènes, je ne puis malheureusement pas dire que j'aie déjà fait un pas en avant. Je suis bien décidé à faire de cette question l'objet de recherches ultérieures; et en cas que je ne parvienne pas à la solution de la question, au moins je réussirai à fixer l'attention des physiologistes allemands sur cet objet. Je serai très-heureux d'avoir contribué de cette manière à payer une dette que l'Allemagne savante a contractée envers vous, qui vous êtes honoré de cette belle découverte, un des faits les plus étonnants de la physiologie expérimentale! »

CHIMIE MINÉRALE. — *Note sur la fabrication de l'oxygène;* *par* **MM. H. Sainte-Claire Deville** *et* **H. Debray.**

« Chargés par le gouvernement de la Russie d'étudier le traitement par voie sèche du minerai de platine et la révivification par fusion de ce précieux métal au moyen des procédés métallurgiques nouveaux que nous avons proposés, nous avons dirigé nos dernières études sur la préparation économique de l'oxygène. Persuadés qu'au point où nous avons amené cette question, l'industrie, soit pour l'éclairage, soit même pour le travail des métaux, pourra tirer parti de nos expériences, nous extrayons du Rapport que nous adressons au ministre des finances de la Russie, quelques détails sommaires sur les résultats auxquels nous sommes arrivés à propos de la fabrication en grand de l'oxygène pur.

» Nous avons expérimenté sur de grandes masses d'oxygène en l'extrayant successivement des matières suivantes : manganèse, chlorate de potasse, chlorure de chaux, nitrate de soude, nitrate de baryte et bioxyde de baryum, sulfate de zinc et acide sulfurique. Nous ne parlerons ici que des deux dernières matières qu'on applique pour la première fois, à notre connaissance, à l'extraction de l'oxygène. Nous dirons seulement auparavant que nous avons répété sur d'assez grandes quantités de bioxyde de baryum le procédé de M. Boussingault et que nous sommes arrivés aux mêmes résultats que lui, en rencontrant seulement quelques difficultés pratiques qui seront facilement surmontées dans une usine, le jour où la baryte, par les travaux de M. Kuhlmann, pourra être livrée au commerce en grande quantité et à bas prix à l'état anhydre; alors elle pourra être utilisée facilement et économiquement pour la production de l'oxygène.

» Le sulfate de zinc, qu'on obtient en si grande quantité en produisant l'électricité de la pile, est une matière sans emploi en ce moment; on peut utiliser tous ses éléments de la manière suivante. En le calcinant seul dans un vase de terre, on le transforme en un oxyde léger et blanc, quand le sulfate est pur, qu'on peut utiliser pour la peinture; en acide sulfureux qu'on recueille à l'état de dissolution concentrée ou à l'état de sulfite dont les applications sont aujourd'hui très-nombreuses; enfin en oxygène pur.

» La décomposition complète du sulfate de zinc n'exige pas une température beaucoup plus élevée que la décomposition du manganèse; nous l'avons transformée complétement en oxyde de zinc et en un mélange d'eau, d'acide sulfureux et d'oxygène. On les sépare par le procédé qui va être décrit pour la préparation de l'oxygène par l'acide sulfurique.

» Celui-ci, en effet, se décompose au rouge en acide sulfureux, eau et oxygène dans un appareil très-simple : une petite cornue de 5 litres remplie de feuilles minces de platine (1), ou mieux encore un serpentin de platine rempli de mousse de ce métal et porté au rouge. On y introduit un petit filet d'acide sulfurique passant par un tube en S et provenant d'un vase à niveau constant ; les gaz qui en sortent traversent d'abord un réfrigérant qui en sépare l'eau, puis un laveur de forme spéciale dont la description ne peut trouver place ici. Il s'en échappe constamment du gaz oxygène sans odeur et pur, et une dissolution saturée d'acide sulfureux. Si l'on remplace l'eau de lavage par de la lessive de soude, on recueille du bisulfite de soude sursaturé d'acide sulfureux, qu'on peut neutraliser par le carbonate de soude et transformer en sulfite neutre ou en hyposulfite.

» Si on fait rendre l'eau chargée d'acide sulfureux dans le générateur de vapeur qui alimente les chambres de plomb d'une fabrique d'acide sulfurique, on transforme cet acide sulfureux en acide sulfurique aux dépens de l'oxygène de l'air. Nous avons calculé qu'il suffirait de brûler dans un four à soufre d'un appareil à acide sulfurique le double du soufre que renferme la dissolution concentrée d'acide sulfureux pour pouvoir utiliser entièrement ce dernier gaz, de sorte qu'une fabrique pourrait, sans augmenter sensiblement la dépense, consacrer le tiers de l'acide sulfurique qu'elle produit à la préparation de l'oxygène. Quant au prix de revient calculé sur ces bases, il est tellement faible, que nous n'osons en donner le chiffre, même approximatif. En effet, on n'a plus à compter dans ce prix que la valeur des petites quantités de charbon nécessaire pour maintenir au rouge un appareil de petites dimensions, et de nitrate de soude servant à fixer sur l'acide sulfureux l'oxygène de l'air : car notre procédé consiste au fond à emprunter l'oxygène à l'air atmosphérique. De plus, en supposant perdu l'acide sulfureux provenant de la décomposition de l'acide sulfurique, cet acide reste encore l'agent de production le plus économique de l'oxygène, qui ne vaut que 70 centimes le mètre cube dans l'acide des chambres, et qui est bien supérieur, sous ce rapport, même au bioxyde de manganèse. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène, de l'oxygène et du chlorate de potasse sur le perchlorure de phosphore; par* **M. E. Baudrimont.**

« Lorsqu'on fait passer de l'hydrogène pur et sec dans un tube de verre

(1) On peut dans de plus grands vases remplacer les feuilles de platine par de la brique en morceaux.

chauffé au rouge, dans lequel on dirige en même temps des vapeurs de perchlorure de phosphore (PCl^5), il y a formation, ainsi que je l'ai reconnu, de gaz acide chlorhydrique et de protochlorure de phosphore liquide (PCl^3), qui vient se condenser dans un récipient refroidi à cet effet. Mais l'action de l'hydrogène ne s'arrête pas là : une certaine quantité de phosphore est mise en liberté sous la forme de phosphore ordinaire qui, par la chaleur prolongée du tube, passe peu à peu à l'état de phosphore rouge. De plus, il se dégage un gaz qui possède la propriété de brûler avec une flamme d'un beau vert émeraude, en produisant des vapeurs blanches d'acide phosphorique. Ce gaz m'a paru être un mélange d'hydrogène phosphoré gazeux avec l'excès d'hydrogène libre. Quoique non inflammable spontanément, il fume beaucoup à l'air au moment où il vient d'être produit, puis il dépose bientôt un léger enduit jaunâtre qui paraît n'être que du phosphure d'hydrogène solide.

» Dans ces circonstances, l'hydrogène porte donc son action tout à la fois sur le chlore et sur le phosphore de PCl^5.

» A la température rouge sombre, l'oxygène pur et sec agit aussi sur les vapeurs de PCl^5. Cette réaction est accompagnée d'une belle lumière phosphorescente qui illumine le tube dans lequel elle se passe. Il se fait dans ces conditions un dégagement considérable de chlore ; le tube retient des flocons lanugineux d'acide phosphorique anhydre qui attaque peu à peu le verre et le troue dans les parties chauffées au rouge. Enfin, on voit se condenser, dans le récipient refroidi qui fait suite au tube, un liquide coloré en jaune par le chlore qu'il retient en dissolution. Ce liquide, agité avec du mercure, puis distillé, passe incolore. Il bout vers 110°. Il se décompose au contact de l'eau en donnant de l'acide chlorhydrique et de l'acide phosphorique sans traces d'acide phosphoreux : c'est donc du chloroxyde de phosphore PCl^3O^2. J'insiste sur l'ensemble de cette réaction, laquelle, selon moi, est le premier exemple de la substitution directe de l'oxygène libre au chlore combiné.

» J'ai aussi étudié de nouveau l'action du perchlorure de phosphore sur le chlorate de potasse, action que j'avais signalée il y a quelques mois. En faisant réagir 3 équivalents de PCl^5 sur 1 équivalent de ClO^5,KO tous deux en poudre, il y a immédiatement liquéfaction du mélange : la température s'élève beaucoup ; il se dégage du gaz acide hypochloreux ou hypochlorique qui détone le plus souvent ; mais bientôt il se produit du chlore dont l'odeur, la couleur et la stabilité le distinguent du gaz précédent. Ce qui reste dans le vase est du chlorure de potassium pur, exempt de phosphate, en sus-

pension dans un liquide abondant formé par du chloroxyde de phosphore, retenant du chlore en dissolution. La relation serait donc

$$3(PCl^5) + ClO^5,KO = 3(PCl^3O^2) + ClK + 6Cl.$$

» On pourrait expliquer, ce me semble, la formation du gaz détonant par l'action que l'humidité exerce sur PCl^5, d'où résultent de l'acide chlorhydrique et de l'acide phosphorique qui attaquent d'abord le chlorate de potasse. La réaction de PCl^5 sur le chlorate de potasse est encore un exemple de la substitution de l'oxygène au chlore.

» L'azote n'a pas d'action sur PCl^5 à la chaleur rouge. Je m'en suis assuré par expérience. »

CHIMIE. — *Explication des phénomènes que présente l'iodure bleu d'amidon dissous lorsqu'il est chauffé, puis refroidi; par* M. E. BAUDRIMONT. (Extrait.)

« Des diverses explications que l'on a données de ces phénomènes, aucune, de l'aveu des chimistes, n'étant bien satisfaisante, j'ai pensé qu'on en chercherait inutilement dans les faits déjà connus, et qu'il était nécessaire de faire de nouvelles expériences. Voici quelques-unes de celles qui m'ont paru conduire au but.

» A. Lorsqu'on fait chauffer dans un tube à essais une solution assez concentrée d'iodure bleu d'amidon (celui des pharmacies, par exemple), on remarque que le liquide peut atteindre l'ébullition et rester assez longtemps bouillant sans se décolorer. Pendant tout ce temps, il s'élève au-dessus de lui des vapeurs violettes d'iode. Il arrive enfin un moment où la liqueur perd sa teinte bleue. Si alors, tout en la maintenant à l'ébullition, on lui ajoute quelques gouttes de teinture d'iode, elle redevient bleue, puis elle met encore un certain temps à se décolorer, les vapeurs d'iode se produisant toujours. On peut répéter cette expérience un grand nombre de fois de suite. Je ferai remarquer que la recoloration de la liqueur bouillante n'est pas due à un refroidissement opéré par l'addition de la solution iodée, puisqu'un nombre égal de gouttes d'eau froide qu'on y ajoutait ne produisaient pas cet effet.

» B. Deux tubes à essais, égaux en capacité et contenant chacun une même quantité de solution d'iodure bleu d'amidon peu concentrée, furent portés ensemble à l'ébullition pendant un même temps, jusqu'à disparition de la teinte bleue; puis, de l'air fut insufflé dans l'un de ces tubes, d'abord

dans sa partie vide, ensuite dans le liquide lui-même. De ces tubes abandonnés ensuite au refroidissement, l'un reprit toute son intensité de coloration, tandis que l'autre, dans lequel on avait pratiqué l'insufflation, resta bien moins coloré.

» Cette expérience fut répétée autrement : deux quantités égales d'iodure bleu d'amidon très-étendu furent mises, l'une dans une capsule très-évasée, l'autre dans un matras d'essayeur. Toutes deux furent portées à l'ébullition pendant un même laps de temps. Mais alors on insuffla de l'air à la surface du liquide de la capsule et enfin dans celui-ci pendant quelques moments. Par le refroidissement des liqueurs, le liquide du matras avait repris sa couleur bleue, tandis que celui de la capsule resta incolore.

» C. Je fis barboter pendant longtemps de l'air froid provenant du jeu d'un soufflet dans une solution très-étendue d'iodure bleu d'amidon à la température ordinaire : la décoloration, quoique s'étant fait longtemps attendre, fut complète. La même expérience, faite avec l'air exhalé des poumons, amena une décoloration plus rapide (bien certainement à cause de la température de l'air expiré). Le résultat fut le même lorsqu'on fit passer un courant de gaz carbonique (lavé à l'acétate de plomb) dans l'iodure bleu d'amidon.

» D. J'ai enfermé dans un tube scellé aux deux bouts une solution étendue d'iodure bleu. Je l'y ai successivement chauffée et refroidie 30 ou 40 fois de suite. Elle a toujours présenté le double phénomène de décoloration et de recoloration sans perdre beaucoup de son intensité de coloration.

» E. Dans un tube scellé aux deux bouts, j'ai enfermé une solution d'iodure bleu assez concentrée pour paraître opaque, de manière à en remplir la presque totalité du tube, et j'ai chauffé ensuite à 100° pendant plus d'une heure. La décoloration n'a eu lieu en aucune façon.

» F. Dans un tube scellé et privé d'air, mais à moitié rempli d'iodure d'amidon étendu, la décoloration ne peut plus être obtenue même à l'ébullition, cette dernière se manifestant alors à une température trop peu élevée.

» Il est facile de conclure de tous ces faits :

» 1°. Qu'une solution d'iodure d'amidon reste bleue, même à l'ébullition, toutes les fois qu'on y maintient un excès d'iode ;

» 2°. Que la décoloration de ce corps par la chaleur est due à la séparation de l'iode, dont les vapeurs restent en stagnation à la surface du liquide ;

» 3°. Que le phénomène de recoloration des liqueurs refroidies n'est dû à rien autre chose qu'à la redissolution de cette vapeur d'iode qui, de la surface du liquide, rentre dans sa masse.

» Cela est prouvé par l'expérience de la capsule dont l'étendue ou surface permet aux vapeurs d'iode de se dissiper complétement, surtout sous l'influence de l'insufflation. On en a encore la preuve par l'insufflation directe et à froid d'un gaz (air ou CO^2) qui détermine également la volatilisation de l'iode; ou par la quatrième expérience dans laquelle la vapeur d'iode pouvant s'échapper du liquide, mais non du tube, rétablit la coloration après chaque refroidissement. La cinquième expérience est la contre-épreuve de celle-ci : l'iode ne pouvant s'échapper, la liqueur reste bleue, même à 100°.

» En résumé : le phénomène de la décoloration de l'iodure bleu d'amidon est dû à la volatilisation de l'iode par la chaleur. Celui de sa recoloration est produit par la redissolution des vapeurs de ce corps, en stagnation dans les vases, pendant la période de refroidissement. »

« *Note relative au bi-iodure de potassium.* — On admet généralement que l'iodure de potassium auquel on a fait dissoudre un équivalent d'iode constituait alors un bi-iodure. J'ai agité la solution colorée de ce corps avec du sulfure de carbone, et j'ai reconnu tout de suite que celui-ci décolorait complétement la liqueur iodée et n'y laissait que l'iodure de potassium ordinaire IK. Le sulfure de carbone prend alors la belle teinte violette qui le caractérise quand il tient de l'iode en dissolution. Ce fait de la décomposition du bi-iodure de potassium sous l'influence d'un simple dissolvant semble prouver que l'iode n'est pas combiné à IK, mais qu'il est seulement en dissolution dans ce sel. On peut même penser que le sulfure de carbone est pour l'iode un dissolvant plus énergique que IK, puisqu'il l'enlève à ce dernier. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Appareil pour l'étude de l'influence de la pression sur quelques phénomènes physiques et chimiques; par* M. P.-A. FAVRE.

« Je me suis proposé d'étudier les phénomènes qui peuvent se produire lorsqu'on soumet les corps à des pressions plus ou moins considérables, sans élever leur température. J'ai voulu savoir si, dans ces conditions, l'électrolyse est ralentie ou même complétement arrêtée, si certaines réactions deviennent possibles ou sont seulement facilitées, si le pouvoir dis-

solvant des liquides est modifié, enfin si les propriétés de l'hydrogène et de l'oxygène sont influencées dans leur action réductrice et oxydante.

» Avant de faire connaître le résultat de mes premières expériences, je crois indispensable de parler de l'appareil que j'ai fait construire pour préparer les gaz et les faire réagir sous pression (1). Cet appareil est formé par l'assemblage des diverses pièces qui vont être décrites aussi brièvement que possible.

» Un socle en fer ayant 40 centimètres de longueur, 10 de largeur et 3 d'épaisseur, est supporté à ses extrémités par des patins qui font corps avec lui et qui servent à le fixer solidement sur une table. Ces patins laissent entre le socle et la table qui le porte un intervalle de 8 centimètres environ.

» Sur le socle, et fixées solidement par des écrous, reposent six colonnes en fer hautes de 18 centimètres et de 16 millimètres environ de diamètre. Ces colonnes, placées sur deux rangs, quatre aux angles et deux au milieu, supportent deux plans en fer immédiatement superposés, d'égales dimensions et serrés l'un contre l'autre à l'aide d'écrous qui les relient fortement aux colonnes. Ces deux plans n'en constituent donc en réalité qu'un seul, le plan supérieur ayant les dimensions du socle et formant avec lui un bâti très-solide.

» Au milieu des deux compartiments compris entre les colonnes, le socle est percé d'un trou fileté dans lequel est vissée une forte tige taraudée de 3 centimètres environ de diamètre. La tête de cette vis est placée entre le socle et la table sur laquelle repose l'appareil : elle est percée horizontalement de quatre trous dans lesquels s'engage l'extrémité d'un levier en fer d'une grande puissance, puisqu'il n'a pas moins de 1 mètre de longueur. L'extrémité opposée de la vis, placée au-dessus du socle, porte un disque en fer épais de 1 centimètre et de 8 centimètres environ de diamètre, dont les deux faces sont planes et parallèles. Ce disque reçoit sur sa face supérieure une rondelle mince en plomb qui sert de coussin à l'objet qui doit être pressé entre le disque mobile dont nous parlons, et un disque fixe placé au-dessus, et que nous décrirons plus tard. Il porte fixés à sa face inférieure deux tiges d'acier placées parallèlement de chaque côté de la vis, et qui, glissant à travers deux ouvertures pratiquées dans l'épaisseur du socle, servent de guide et empêchent que la vis, en montant et en exerçant sa pression, ne donne au disque un mouvement de rotation.

» Entre les faces juxtaposées et creusées en conséquence des deux plans

(1) Cet appareil a été construit par M. A. Santi, ingénieur constructeur à Marseille.

superposés qui reposent sur les colonnes et forment ainsi le toit de l'appareil et couché dans le sens de leur longueur, se trouve une tige en cuivre de 11 millimètres de diamètre. Cette tige ainsi noyée dans l'épaisseur du métal et percée à son centre et dans toute sa longueur d'un canal de 1 millimètre de diamètre, est recourbée à ses deux extrémités qui se dirigent en bas, traversent le plan supérieur et font saillie de 1 centimètre et demi environ au milieu de chacun des compartiments dont nous avons déjà parlé.

» Chacune des extrémités sailantes de ce tube est taraudée et traverse une ouverture filetée pratiquée au centre d'un disque en fer de mêmes dimensions que les disques mobiles que nous avons décrits. Ces disques supérieurs, vissés comme des écrous, s'appliquent fortement contre la face inférieure du plan supérieur, recouverte préalablement d'un mastic qui soude parfaitement les pièces en contact. Chaque disque fixe est donc opposé à un disque mobile; les centres sont placés sur une même ligne droite perpendiculaire, et les faces qui se regardent sont parfaitement parallèles.

» Sur les rondelles en plomb que supportent les disques mobiles, reposent deux ampoules en verre bien recuit. Ces ampoules, hautes de 12 centimètres, ont une largeur égale et sont terminées à leur base et à leur sommet par des faces planes dressées bien parallèlement. Leur réservoir, de forme ovoïde, s'ouvre à l'extérieur à travers un canal qui débouche à la partie supérieure et dans lequel s'engagent les extrémités du tube de cuivre, lorsqu'on serre les ampoules entre les deux paires de disques de l'appareil.

» Les ampoules sont très-résistantes, puisque les parois n'ont pas moins de 4 à 5 centimètres et demi d'épaisseur, et il ne faut pas moins de 70 à 80 atmosphères pour déterminer leur rupture.

» Pour fermer hermétiquement l'espace compris entre l'ampoule et la face inférieure du disque fixe, on interpose une rondelle en caoutchouc vulcanisé, graissée sur ses deux faces et percée à son centre d'un trou qui laisse passer l'une des extrémités du tube de cuivre.

» Il est facile de voir que les ampoules mises en place et suffisamment pressées entre les paires de disques constituent avec le tube de cuivre qui les met en communication un système parfaitement clos.

» L'une des ampoules fonctionne comme *générateur des gaz*. L'hydrogène est produit par la réaction de l'acide sulfurique étendu sur le zinc employé seul ou constituant l'élément positif d'un couple voltaïque. Pour dégager de l'oxygène, il suffit de remplacer l'eau acide par une dissolution de sulfate de cuivre dans laquelle baignent des électrodes de platine. Enfin pour obtenir les deux gaz simultanément, il suffit de décomposer par la pile l'eau aiguisée d'acide sulfurique.

» Pour amener dans le réservoir de l'ampoule à gaz le courant d'une pile composée de 4 éléments de Bunsen à acide sulfurique et bichromate de potasse, on a pratiqué latéralement et sur les parois opposées deux trous que traversent au milieu d'un mastic très-résistant deux fils de platine dont les extrémités sont relevées à l'intérieur.

» Ayant reconnu que le forage diminue sensiblement la résistance des ampoules, nous avons dû faire pénétrer les fils à travers un second canal pratiqué dans le verre encore mou et qui, partant de la partie inférieure du réservoir, va s'ouvrir au centre de la base du *générateur*. Les rhéophores, avant de se relever pour s'engager dans ce canal, sont couchés chacun dans un sillon spécial creusé à la face supérieure d'un disque en bois de gaïac épais de 8 à 10 millimètres qui remplace la rondelle de plomb, et est intimement soudé à la base de l'ampoule à l'aide d'un mastic convenablement préparé.

L'autre ampoule, placée dans le second compartiment de l'appareil et qui communique avec celle dont nous venons de parler à travers le tube de cuivre, constitue le *laboratoire*. C'est dans son intérieur que les gaz en s'accumulant agissent par simple pression, ou réagissent eux-mêmes sous l'influence de la pression qu'ils produisent.

» Pour mesurer les pressions, nous avions d'abord adopté les dispositions suivantes : Le tube, noyé entre les deux plans juxtaposés, était ajusté vers le milieu de sa longueur à une pièce cylindrique en bronze qui s'élevait de 2 centimètres environ au-dessus du plan supérieur. Cette pièce portait une soupape conique sur laquelle un levier de 40 centimètres de longueur, divisé en millimètres, pesait plus ou moins selon la position qu'on faisait occuper au poids qui le chargeait.

» Il a fallu renoncer à l'emploi d'un pareil moyen; et, après bien des essais, on a dû se contenter, pour mesurer la pression avec une approximation suffisante, de jauger exactement l'espace dans lequel les gaz sont confinés.

» Pour connaître la quantité de gaz produit pendant une opération, il suffit, selon la nature des expériences, de peser le zinc dissous ou le cuivre déposé, ou bien encore de mesurer le volume de gaz fourni par un voltamètre placé dans le circuit.

» J'ai dû attendre quatre années avant d'avoir pu disposer un local dans lequel les opérations fussent à l'abri de tout accident et où l'on pût, sans être accusé d'imprudence, faire usage de l'appareil qui m'avait été livré en 1856 : je ne pouvais pas prévoir que son emploi n'offrirait aucun danger, et que des ampoules renfermant des gaz comprimés à 80 atmosphères envi-

ron se briseraient avec une très-faible détonation et sans jamais projeter un seul fragment. »

CHIMIE. — *Sur l'oxalate de peroxyde de fer. — Sur la constitution des oxalates de fer;* par **M. T. H. Phipson.**

« J'ai eu l'honneur de faire connaître dernièrement à l'Académie (*Comptes rendus*, 22 octobre 1860) l'oxalate de protoxyde de fer, ou le *quadroxalate ferreux;* aujourd'hui je vais décrire l'oxalate de peroxyde, qui par ses propriétés et sa composition est un sel fort remarquable. On l'obtient en dissolvant de l'hydrate ferrique dans de l'acide oxalique en solution bouillant et évaporant la liqueur pour la faire cristalliser. La solution est d'une belle couleur verte et donne par l'évaporation et le repos des cristaux verts d'émeraude; ce sont des prismes obliques. Ils sont très-solubles dans l'eau.

» Quand on expose ces cristaux à la lumière solaire, ils noircissent comme le chlorure d'argent; et si alors on les traite par l'eau, ils se dissolvent en faisant entendre un pétillement particulier et en laissant un dépôt jaune d'oxalate de protoxyde. L'expérience est très-frappante quand on laisse tomber les rayons directs du soleil sur une large capsule dont le fond est couvert de cristaux. La moitié des cristaux protégés par le rebord de la capsule restent intacts; l'autre moitié noircit rapidement.

» La même décomposition a lieu avec la solution verte : en effet, quand on expose celle-ci à la lumière solaire, elle dépose peu à peu de l'oxalate jaune de protoxyde sous forme de cristaux microscopiques. Par une exposition prolongée à la lumière, tout le sel vert de peroxyde se décompose en déposant le sel jaune de protoxyde, et la liqueur surnageante devient parfaitement incolore.

» Les cristaux verts d'oxalate de peroxyde de fer perdent 5 équivalents d'eau à 100°C., en blanchissant; ils perdent encore 10 équivalents d'eau quand on détruit le sel par la chaleur; pour 1 équivalent de peroxyde de fer ils contiennent 5 équivalents d'acide oxalique. La meilleure de quelques analyses m'a donné pour leur composition centésimale les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Oxyde ferrique..........	20,00	20,25
Acide oxalique..........	45,00	45,58
Eau de combinaison.....	24,00	22,76
Eau de cristallisation.....	11,00	11,41
	100,00	100,00

d'où l'on peut tirer la formule

$$Fe^2O^3, 5C^2O^3 + 10HO + 5Aq.$$

» Si l'on plonge une barre de fer métallique dans la solution de ce sel, il se réduit en quadroxalate ferreux comme sous l'influence des rayons solaires.

» *Constitution des oxalates de fer.* — Des deux oxalates de fer dont j'ai parlé dans cette Note et dans celle du 22 octobre, savoir un oxalate de protoxyde et un oxalate de peroxyde, le premier se montre sous forme d'une poudre jaune ou de cristaux microscopiques de même couleur; le second sous forme de cristaux verts d'émeraude, sur lesquels la lumière agit vivement.

» Le premier de ces sels, je l'ai envisagé comme du quadroxalate ferreux, $Fe\ddot{C}^4$. En supposant, selon M. Wurtz, que l'acide oxalique renferme de l'hydrogène, il est certain qu'un tel sel ne peut exister. Cependant, après l'avoir placé pendant deux heures au bain-marie, il n'a pas perdu sensiblement de poids, et un autre échantillon n'ayant donné que fort peu d'eau dans le tube fermé, j'ai regardé cette eau comme étant simplement hygroscopique, j'ai considéré le sel comme anhydre, et j'ai dosé l'acide oxalique par différence. Ce sont les recherches de M. Wurtz, d'après lesquelles l'acide oxalique serait

$$C^2HO^4$$

ou le double de cette formule, qui m'ont déterminé à refaire l'analyse de mon sel de protoxyde. La détermination de l'acide oxalique dans ce sel présente bien des difficultés, et le seul moyen sur lequel j'aie pu compter, c'est la combustion avec l'oxyde cuivrique et la détermination de la quantité d'acide carbonique, comme dans l'analyse organique. Ensuite l'eau a été déterminée sur un autre échantillon, en détruisant le sel par la chaleur et recevant l'eau dans un tube à chlorure cubique.

» Deux analyses m'ont donné par ces procédés :

	I Acide oxalique par différence.		II Acide oxalique par analyse organique.	Calculé.
Oxyde ferreux.....	19,44		19,40	20,00
Acide oxalique.....	59,56		59,75	59,99
Eau (directe)......	21,00	(par différence)	20,85	20,00
	100,00		100,00	99,99

Ce qui correspond, à peu de chose près, à la formule

$$FeO, 3C^2O^3 + 4HO,$$

ou, si l'on envisage l'acide oxalique comme contenant de l'hydrogène, comme :

$$FeO\,(C^2HO^4)^2 + HO.$$

Quant au sel de peroxyde, il m'a donné à l'analyse des chiffres correspondant à la formule

$$Fe^2O^3\,(C^2O^3)^5 + 5HO + 10Aq.$$

En adoptant la théorie sus-mentionnée, ce sel devra se représenter par

$$Fe^2O^3,\ 5\,(C^2HO^4) + 10Aq,$$

et cela est probablement la manière la plus rationnelle; car les 5 équivalents d'eau ne quittent le sel que *lorsqu'il se décompose* par la chaleur, tandis que les 10 Aq se dégagent de 100° à 110°, et dans le sel de protoxyde on ne peut non plus en dégager d'eau à cette dernière température.

» Mais en faisant dériver l'acide oxalique du glycol, M. Wurtz a été obligé de doubler la formule et indiquer l'acide par

$$C^4H^2O^8.$$

Or il est évident, d'après la constitution des deux sels de fer, que cette dernière formule ne peut être admise. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Note sur l'amalgamation de l'aluminium ; par* **M. Ch. Tissier.**

« Dans une Note adressée l'an passé à l'Académie, j'ai signalé l'influence extraordinaire de l'amalgamation sur l'aluminium, qui fait de ce corps un véritable métal alcalino-terreux, décomposant l'eau instantanément avec dégagement de chaleur et production d'alumine. M. Barreswil, qui a répété une partie de mes expériences, en a reconnu l'exactitude (*Répertoire de Chimie appliquée,* t. I, p. 343 et 380). Cette action, que j'ai expliquée en disant que le mercure exalte les propriétés électropositives de l'aluminium (1), semble confirmer la théorie donnée récemment par M. J. Regnauld touchant les phénomènes consécutifs à l'amalgamation du zinc, du cadmium et du fer; la chaleur latente de fusion de l'aluminium devant être considérable. »

---

(1) Le paragraphe de ma Note manuscrite où se trouve donnée cette explication n'a pas été reproduit dans l'extrait imprimé aux *Comptes rendus* (séance du 4 juillet 1859).

M. **Dujardin**, qui a plus d'une fois appelé l'attention sur l'heureux emploi qu'on pouvait faire dans bien des cas de la vapeur d'eau pour éteindre les incendies, envoie un extrait de journal quotidien rendant compte d'un succès très-marqué obtenu par ce moyen dans un cas d'incendie qui a eu lieu à Paris le 20 de ce mois.

M. **Jobard** rappelle deux communications qu'il a faites précédemment : l'une concernant les pluies de crapauds ; l'autre, plus récente, relative à la paralysie et à la catalepsie. M. Jobard exprime le désir d'obtenir un Rapport sur ces deux Notes. Pour la dernière Note, MM. Chevreul, Flourens et Velpeau avaient été nommés Commissaires : la demande de l'auteur leur sera transmise; quant à la première, comme elle a rapport à des faits dont on n'a pas les moyens de constater l'exactitude, elle n'a pas été renvoyée à l'examen d'une Commission.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 26 novembre 1860 les ouvrages dont voici les titres :

Mémoires de l'Académie des Sciences morales et politiques de l'Institut impérial de France; t. X. Paris, 1860; in-4°.

Études et Lectures sur les Sciences d'observation et leurs applications pratiques; par M. Babinet ; VIe vol. Paris, 1860; in-12.

Annuaire pour l'année 1861, *publié par le* Bureau des Longitudes; in-18.

Traité de Physiologie; par F.-A. Longet ; t. Ier, 2e part., 3e fasc., Circulation. Paris, 1860; in-8°.

Du climat d'Alger dans les affections chroniques de la poitrine. Rapport fait à la suite d'une mission médicale en Algérie et présenté à S. E. le Ministre de l'Algérie et des colonies; par le Dr Prosper de Pietra Santa. Paris, 1860; in-4°. (Adressé par l'auteur pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Annales de l'Observatoire physique central de Russie, publiées par l'Administration impériale des Mines, pour l'année 1857, *sous la direction de* M. Kupffer, n°s 1 et 2. Saint-Pétersbourg, 1860; in-4°.

Compte rendu annuel adressé à S. E. M. de Knajévitch, Ministre des finances; par le Directeur de l'Observatoire physique central. Année 1858. Saint-Pétersbourg, 1860; in-4°.

Recherches expérimentales sur l'élasticité des métaux faites à l'Observatoire physique central; par A.-T. Kupffer ; t. I. Saint-Pétersbourg, 1860; in-4°.